



المملكة العربية السعودية
وزارة التعليم العالي
جامعة طيبة
كلية العلوم التطبيقية
قسم الفيزياء التطبيقية

تركيزات العناصر المشعة الطبيعية و الصناعية بالتربة السطحية بالمدينة المنورة

رسالة مقدمة

لاستكمال متطلبات الحصول على درجة الماجستير في الفيزياء النووية - تجريبي

إعداد

نهي عبد الحميد يوسف التركستاني
بكالوريوس في العلوم و التربية تخصص فيزياء

إشراف

أ.د. نجدة محمد إبراهيم صالح
أستاذ الفيزياء النووية التجريبية
بكلية العلوم-الفيصلية-جامعة الملك عبدالعزيز

١٤٣٢هـ - ٢٠١١م





ليالٍ علم أضناها السهر و أيام كفاحٍ ملأها التعب ، لكنها و بحمد الله أثمرت و أزهرت ، فلك الحمد ربّي كنت سندي و كنت عوني فيا الله لك الحمد كما ينبغي لجلالك وجهك و عظيم سلطانك.

و ماذا عساي أن أقول لكل من ساندني و كان إلى جانبي ؟ فلك زوجي كلمات حب و حروف شكر و كل معاني الخير ، فكم ضحيت بنفسك من أجلي ؟ "فأبقاك المولى لي" . و بضياء الشمس و نور القمر أشرقت أيامي و تحققت أحلامي فلكما يا أعز الناس "أمي و أبي" جزاء من الرحمن في السكنى بأعالي الجنان . "ماما هدى و بابا عبدالله" حموي المخلصان ، أنتما هبة لي من الله فمواقفكما الرائعة أحجّلت أحروفي فلكما من الله خير الجزاء بقصر في أوسط الجنان . و لمن وقفت معي بعلمها و خبرتها في الحياة أزجي أغلى التحايا لمشرفتي أ.د. نجدة إبراهيم . و لكل يد بيضاء أعطت و منحت و لم تبخل ، أهدي شكري و تقديري و دعائي ، فالشكر لقسم الفيزياء بكلية البنات بجدة على رحابة صدره و معاونته لي في كل صغيرة و كبيرة وعلى رأسهم د. فاطمة باهري و د. و داد الحربي ، و لصديقتي و أختي الغالية أ. أحلام العمري و أقول مثلك في هذا الزمان قليل "فأسعدك ربّي" ، كذلك أشكر جميع أفراد إدارة الكلية و على رأسهم مديرة الإدارة أ. منيرة بوقري على تعاونها اللامحدود "فجزاك الله خيراً" . و شكراً و تقديرًا خالصين و كبيرين بكم قدر تلك الهيئة الكريمة -هيئة المساحة الجيولوجية السعودية- و أخص بالشناء و الدعاء أ. خالد العتيبي و أ. ناصر الجحدي و المهندس مروان الصيخان فلقد كنتم بعد الله نقطة البداية لبحثي هذا "فسدد الله خطاكم" . و لتلك المدينة المعطاءة التي تساند العلم و أهله ، لمدينة الخير و لأهلها المحترمين -مدينة الملك عبدالعزيز للعلوم و التقنية- و التي دعمت بحثي برقم (A-S-10-0155) "جعل الله ذلك في موازين حسناتكم" . و شكراً و تقديرًا لشركة خبراء

ب التقنية على حسن تعاونهم . و لكليتي الغالية -كلية العلوم التطبيقية- لا تقولي بأني نسيتك -لا و الله- بل جعلتك ختاماً لكلماتي ، فأنت و من فيك خير أناس صاحبتهم ، فأهدي لكل من ساندني فيك سلاماً و حباً من أعماق القلب ، و للعتاء اللامحدود الذي عهدته -د. زينب الفل- أهديك دعواتي الصادقة ، و لليد المخلصة التي تمد يد العون لي دائماً و تسعى بنفسها لخدمتي و تسعد بذلك أقول لك د. نجوى غلام "أدام الله عليك هذا الصفة الرائعة" ، و إلى من أحجل منهما و أفرح بصحبتهما ، فهما عطاء بلا قيود و مساحة من الصفاء بلا حدود و جمال زهرٍ بلا ذبول إليكما أختاي الحبيبتان -إسراء إبراهيم و عبير البلوي- أقول "أسعدكما ربي و كان في عونكما" و كما لهما لك أنت أختي الغالية أمان خرابة . أختوتي و أختواني أنتم إحساس صدق استمدت منه القوة و العزيمة فدعمكم المعنوي كان يشد من أزري و يرفع همي فلكم أصدق الدعاء بأن يفرح المولى قلوبكم بأبنائكم ، لكني أخص منكم بالشكر و الدعاء منفرداً عنكم - أخي يوسف- فوقفاتك الرائعة لن أنساها ، فكم تحملت المتاعب من أحلي بسعة و رحابة صدر "فكان الله معك في تحقيق مقاصدك" . و أخيراً .. فلن أنساكما يا شذى عمري و يا ريحانة حياتي ، يا فرحتي و أنسي ، إليكما حبيبي -عبدالله و دانة- كل حي و صادق دعائي فقد تحملتما بعدي عنكما ، لكنني أعدكما و والديكما بالتعويض عن التقصير "دمتم بخير" .

فهرس المحتويات

Table of Contents

الصفحة	الموضوع
أ	شكر و تقدير.....
ج	فهرس المحتويات.....
ز	قائمة الجداول.....
ح	قائمة الأشكال.....
ي	المستخلص باللغة العربية.....
٢	الفصل الأول : المقدمة و المسح المرجعي.....
٢	١-١ مقدمة.....
٤	٢-١ جيولوجية منطقة الدراسة.....
٤	١-٢-١ الموقع.....
٦	٣-١ أنواع الصخور.....
٨	٤-١ المسح المرجعي.....
٢٣	٥-١ أهداف العمل.....
٢٥	الفصل الثاني : المفاهيم النظرية.....
٢٥	١-٢ السلاسل الاشعاعية الطبيعية.....

٢٧	٢-٢ التوازن الاشعاعي.....	٢٧
٢٧	١-٢-٢ التوازن العابر.....	٢٧
٢٧	٢-٢-٢ التوازن الدائم.....	٢٧
٢٩	٣-٢ تفاعل الفوتونات مع مادة الكاشف.....	٢٩
٣٠	١-٣-٢ التأثير الكهروضوئي.....	٣٠
٣١	٢-٣-٢ تشتت كمبتون.....	٣١
٣٣	٣-٣-٢ انتاج الأزواج.....	٣٣
٣٧	٥-٢ كفاءة النظام.....	٣٧
٣٧	١-٥-٢ الكفاءة الذاتية للنظام.....	٣٧
٣٨	٢-٥-٢ الكفاءة النسبية للنظام.....	٣٨
٣٨	٣-٥-٢ الكفاءة المطلقة للنظام.....	٣٨
٣٩	٦-٢ قوة الفصل.....	٣٩
٤١	٧-٢ الدقة و التحديد و الخطأ.....	٤١
٤١	٨-٢ مصادر الخطأ.....	٤١
٤٣	٩-٢ حدود الخطأ.....	٤٣
٤٤	١٠-٢ مصادر الخلفية الاشعاعية في الطيف الجامي.....	٤٤
٤٤	١١-٢ حساب أقل حد للعد.....	٤٤
٤٦	١٢-٢ التعرض الاشعاعي و الجرعة الممتصة.....	٤٦
٤٦	١-١٢-٢ التعرض الاشعاعي.....	٤٦
٤٦	٢-١٢-٢ الجرعة الممتصة.....	٤٦

٤٧ ٣-١٢-٢ الجرعة المكافئة.
----	-------------------------------

٤٩ الفصل الثالث : التقنيات العملية.

٤٩ ١-٣ جمع و تحضير العينات.
----	--------------------------------

٤٩ ٣-١-١ مواقع جمع العينات.
----	--------------------------------

٥٣ ٣-١-٢ تجهيز العينات.
----	----------------------------

٥٤ ٣-٢ مطياف الامتصاص الذري.
----	---------------------------------

٥٥ ٣-٣ مطياف حيود الأشعة السينية.
----	--------------------------------------

٥٦ ٣-٤ المطياف الجامي المرتكز على بلورة الجرمانيوم فائق النقاوة.
----	---

٥٦ ٣-٤-١ كاشف الجرمانيوم فائق النقاوة.
----	---

٥٧ ٣-٤-٢ صندوق الأنظمة النسقي.
----	-----------------------------------

٥٧ ٣-٤-٣ المكبر الابتدائي.
----	-------------------------------

٥٧ ٣-٤-٤ المكبر الخطي (الطيفي).
----	------------------------------------

٥٨ ٣-٤-٥ مصدر جهد عالي.
----	----------------------------

٥٨ ٣-٤-٦ المحلل متعدد القنوات.
----	-----------------------------------

٦١ ٣-٥ إعداد مطياف جاما للقياس.
----	------------------------------------

٦١ ٣-٥-١ معايير مطياف جاما للطاقت.
----	---------------------------------------

٦١ ٣-٥-٢ معايرة النظام للكفاءة المطلقة.
----	--

٦٨ ٣-٦ حساب النشاط الاشعاعي.
----	---------------------------------

٧٠ ٣-٧ حساب تركيزات النظائر المشعة الطبيعية و الصناعية.
----	--

٧٣	٨-٣ حساب أقل حد للعد.....
٧٦	الفصل الرابع : النتائج و المناقشة.....
٧٦	١-٤ نتائج حساب التركيزات باستخدام جهاز الامتصاص الذري.....
٧٧	١-١-٤ الألومنيوم.....
٧٨	١-٢-٤ الحديد.....
٧٨	١-٣-٤ الكالسيوم.....
٧٩	١-٤-٤ الرصاص.....
٧٩	١-٥-٤ الزرنيخ.....
٨٠	٢-٤ نتائج تحليل حيود الأشعة السينية.....
٨٢	٣-٤ التركيزات من التحليل الجامي.....
٩٠	٤-٤ نتائج القياسات الجامية.....
٩٤	٥-٤ نتائج حساب المكافئ الراديومي و الجرعة الممتصة.....
٩٧	٦-٤ مقارنة النتائج الحالية بنتائج دراسات سبق نشرها.....
١٠٠	التوصيات.....
١٠٢	الملخص.....
١٠٥	المراجع.....
I	المستخلص باللغة الانجليزية.....

قائمة الجداول

List of Tables

رقم الجدول	عنوان الجدول	الصفحة
١-٣	مواقع جمع العينات.....	٥١
٢-٣	النظائر و الطاقات التي أُستخدمت لمعايرة مطياف جاما للطاقة و الكفاءة المطلقة..	٦٣
٢-٣	أقل حد لعد للحجم 640 cc.....	٧٤
١-٤	نتائج تحليل مطياف الامتصاص الذري.....	٧٧
٢-٤	التركيب الكيميائي لأهم المعادن الظاهرة في تحليل حيود الأشعة السينية.....	٨٠
٣-٤	نتائج تحليل مطياف حيود الأشعة السينية.....	٨١
٤-٤	النظائر و الطاقات الجامة التي استخدمت لحساب التركيزات.....	٨٣
٥-٤	نتائج القياسات الجامة.....	٩٢
٦-٤	معاملات التحويل من تركيز بالبيكريل/كيلوجرام إلى جرعة ممتصة	٩٥
بالنانو جراي/ساعة		
٧-٤	نتائج حساب المكافئ الراديومي و الجرعة الممتصة.....	٩٦
٨-٤	مقارنة بين تركيزات العناصر المشعة بالبيكريل/كيلوجرام للوزن الجاف في العمل الحالي و بعض الأبحاث التي سبق نشرها.....	٩٧
٩-٤	مقارنة الجرعة الممتصة في العمل الحالي و بعض الأبحاث التي سبق نشرها.....	٩٨

قائمة الأشكال

List of Figures

رقم الشكل	عنوان الشكل	الصفحة
١-١	موقع المدينة المنورة على خارطة المملكة العربية السعودية.....	٥
٢-١	خريطة توضح جيولوجية المدينة المنورة.....	٧
١-٢	الانزياح الدائم بين النواة الأم و النواة الوليدة.....	٢٩
٢-٢	الظاهرة الكهروضوئية.....	٣١
٣-٢	تشتمت كمبتون.....	٣٢
٤-٢	عملية انتاج الزوج الالكتروني-البوزتروني ثم فناء البوز ترون.....	٣٤
٥-٢	أهم تفاعلات الفوتون مع بلورة الكاشف.....	٣٥
٦-٢	معاملات التوهين الخطي للفوتونات مع بلورة الكاشف.....	٣٦
٧-٢	تعريف قوة الفصل في طيف الطاقة.....	٤١
١-٣	ال قالب المستخدم في جمع العينات.....	٥٠
٢-٣	خريطة مواقع جمع العينات.....	٥٢
٣-٣	دائرة قياس كاشف الجرمانيوم.....	٥٩
٤-٣	صورة لنظام كاشف الجرمانيوم فائق النقاوة.....	٦٠
٥-٣	الطيف الجامي للمصدر النقطي الراديوم-226.....	٦٤
٦-٣	منحنى الكفاءة النسبية للكاشف.....	٦٥

ط	٦٦	..... الطيف الجامي للمصدر العياري الأوريوم-152	٧-٣
	٦٧	..... منحني الكفاءة المطلقة للكاشف	٨-٣
	٦٩	..... مخطط انحلال نواة البوتاسيوم-40	٩-٣
	٨٤	..... الجزء ١ من الطيف الجامي لكاشف الجرمانيوم للعينة 5	١-٤
	٨٥	..... الجزء ٢ من الطيف الجامي لكاشف الجرمانيوم للعينة 5	١-٤
	٨٦	..... الجزء ٣ من الطيف الجامي لكاشف الجرمانيوم للعينة 5	١-٤
	٨٧	..... الجزء ٤ من الطيف الجامي لكاشف الجرمانيوم للعينة 5	١-٤
	٨٨	..... الجزء ٥ من الطيف الجامي لكاشف الجرمانيوم للعينة 5	١-٤
	٨٩	..... الجزء ٦ من الطيف الجامي لكاشف الجرمانيوم للعينة 5	١-٤
	٩٣	..... العلاقة بين التركيز بالبيكريل/كيلوجرام بين ^{226}Ra و ^{228}Ra	٢-٤
	٩٣	..... العلاقة بين التركيز بالبيكريل/كيلوجرام بين ^{226}Ra و ^{40}K	٣-٤
	٩٤	..... العلاقة بين التركيز بالبيكريل/كيلوجرام بين ^{228}Ra و ^{40}K	٤-٤

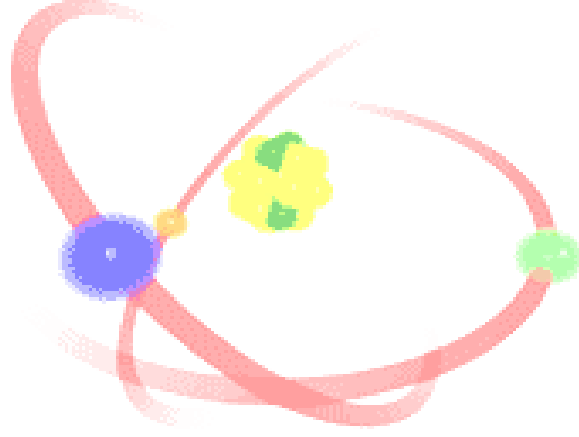
تركيزات العناصر المشعة الطبيعية و الصناعية بالتربة السطحية بالمدينة المنورة

ي

نهي عبد الحميد التركستاني

المستخلص باللغة العربية

تقع المدينة المنورة حول خط الطول $39^{\circ} 36' 00''$ و خط عرض $24^{\circ} 28' 00''$ و على ارتفاع 625 م . تم جمع عشر عينات من التربة السطحية بـ $30 \times 30 \times 15 \text{ cm}$ أبعاده من تربة المدينة المنورة ، تم تخفيف العينات و تحضيرها للقياس حسب الطرق العالمية المتبعة لهذا النوع من القياسات ، أُستخدم مطياف الامتصاص الذري لإيجاد تركيز عناصر As ، Pb ، Ca ، Fe ، Al و التي تراوحت بين 4.48 إلى 7.65 % للألومنيوم ، و من 3.08 إلى 4.92 % للحديد و بلغت تركيزات الكالسيوم بين 1.66 إلى 10.60 % ، أما الرصاص فتراوحت تركيزاته بين 14 إلى 27 ppm ، أما الزرنيخ فتراوحت تركيزاته بين 10.5 إلى 30.7 ppm . كما تم تحليل العينات بمطياف حيود الأشعة السينية لتحديد نوع المعادن و تركيبها الكيميائي ، كانت المعادن الغالبة في التركيب المعدني: ALBITE ، CALCITE ، CLINOCHLORE ، MICROCLINE ، QUARTZ . إضافة إلى ذلك فقد تم استخدام مطياف جاما المرتكز على بلورة الجرمانيوم فائق النقاوة و ذلك من أجل تعيين تركيزات السلاسل المشعة بالبيكريل/كيلوجرام للوزن الجاف ، تراوحت تركيزات سلسلة ^{226}Ra – ^{238}U من 7.01 إلى 15.55 Bq/kg ، و تركيزات سلسلة ^{228}Ra – ^{232}Th بين 5.23 إلى 21.84 Bq/kg ، أما ^{40}K فتراوحت تركيزاته بين 64.6 إلى 754.2 Bq/kg ، بالنسبة للسيزيوم-137 الصناعي فقد وجد في بعض العينات . تم حساب المكافئ الراديومي بوحدة (Bq/kg) و الجرعة الممتصة (nGy/h) على ارتفاع متر واحد من سطح التربة من كل عينة على حدة . وجد أنها في الحدود المسموحة من قبل هيئات الوقاية البيئية و الإشعاعية (EPA) . هذا البحث يهدف إلى رسم خريطة قاعدية إشعاعية للمستويات الإشعاعية في المنطقة سواء للعناصر المشعة الطبيعية أو الصناعية في حال وجودها ، و تقارن هذه النتائج بنتائج عمليات المسح الإشعاعي اللاحقة و خاصة بعد الحوادث الإشعاعية .



الفصل الأول

المقدمة والمسح المرجعي

Introduction and Literature

Survey

١- المقدمة و المسح المرجعي

1-Introduction and Literature Survey

Introduction

١-١ مقدمة :

حظيت المدينة المنورة و لا زالت تحظى بالكثير من الاهتمام من قبل مختلف المتخصصين في شتى فروع العلم المختلفة ، معرفة الكثير عن المدينة المنورة له طابعه المميز الذي يميزه عن دراسة غيره من الأماكن الأخرى ، و من الطبيعي أن تجذب هذه المدينة الطيبة انتباه الباحثين لما تتميز به من تفرد بين نظائرها في العالم الإسلامي حيث يكفيها شرفاً أنها مأوى و مثنى رسول الأمة محمداً صلى الله عليه و سلم.

لذلك فضلنا دراسة تربة هذه المدينة الطاهرة التي اختلطت بجثمان الصحابة و التابعين و العلماء و بدماء أولئك الأبطال الشهداء ، لنقدم خدمة بسيطة لأهالي هذه المدينة الحبيبة ليكونوا على دراية بما تضمه تربة أرضهم من مواد و ملوثات سواء كانت طبيعية أو صناعية ، فقد أضحت دراسة مستويات و تركيزات الاشعاع الطبيعي أو الصناعي أحد الأمور المهمة التي لا غنى عنها في حياتنا المعاصرة ، بل أصبحت الحاجة إليه تتزايد مع نمو و تطور المجتمع لتطبيقاته المهمة في المجالات المتعددة سواء صناعية أو زراعية أو طبيعية . و بالرغم من الفوائد التي يجنيها الانسان من الاشعاع إلا أنه أصبح من المعلوم ما يشكله من مضار واضحة على الصحة و البيئة .

كون المدينة المنورة إحدى المدن التي تعايش هذا التطور فقد نالها ما نال غيرها من المناطق من التلوث بالإشعاع و أصبح احتمال إصابة أهلها بأخطار التعرض لهذه الاشعاعات متزايداً ، حيث أن

٣ التعرض للإشعاع من الممكن أن يدمر الخلايا الحية أو أن يميت بعضها أو قد يحدث تغييراً في البعض الآخر الذي لا يظهر أثره فوراً ، حيث أن معظم الأعضاء و الأنسجة في الجسم لا تتأثر بفقد عدد قليل من الخلايا ، لكن إذا كان العدد المفقود في الخلايا كبير فإنه قد يؤدي إلى أذى ذلك العضو أو الإخلال بوظيفته و كذلك من الممكن أن تحدث الوفاة للشخص المتعرض للإشعاع ، يحدث هذا الضرر للأفراد الذين يتعرضون لمستويات عالية أعلى من المستوى العتي للعنصر ، كما يمكن أن يحدث الضرر بالخلايا دون تدمير و إنما بإحداث تغييرات في خواصها ، هذا النوع من الضرر غالباً ما يتعافى ، لكن إذا كان هذا التعافي غير كامل فإنه من الممكن أن يؤدي إلى الإصابة بالسرطان مستقبلاً أو أن يؤثر في الصفات الوراثية للأجيال اللاحقة .

التعرض للإشعاع يرتبط بمعظم حالات سرطان الدم و بعض سرطانات الأعضاء مثل الرئة و الصدر و الغدة الدرقية ، بينما لم يثبت وجود علاقة للإشعاع ببعض السرطانات الأخرى مثل سرطان البروستاتا ، أحياناً قد يحدث التغير في الخلايا الوراثية التي تنقل هذا التشوه إلى الأجيال التالية ، لذلك كان تقدير جرعات التعرض الإشعاعي للسكان الناتج عن مصادر الإشعاع المختلفة هدف مستمر و هام للجنة الدولية للوقاية من الإشعاع

(United Nation Scientific Committee on the Effects of Atomic Radiation)

(UNSCEAR)

و قد قدرت اللجنة الجرعات الإشعاعية معتمدة على النتائج المتوفرة عن تركيزات النويدات المشعة من البلاد المختلفة مستخدمة في ذلك معاملات و فروض من الضروري أن تُحدَّث و تُراجع من وقت لآخر لتحقيق نتائج أكثر دقة ، تهتم اللجنة بمتوسط الجرعة السنوية من تركيزات النويدات الطبيعية في البيئة سواء لم تتغير أو زادت نتيجة لبعض الأنشطة الصناعية و كذلك تركيزات النويدات الصناعية

٤ المتسربة إلى البيئة من التجارب النووية و الحوادث الاشعاعية و غالباً ما تتسرب النويدات المشعة إلى الوسط المحيط بتركيزات متفاوتة حسب أنواع الأنشطة و نوع الحادث الاشعاعي أو القرب و البعد منه.

دراسة انتقال و سلوك النويدات المشعة الناتجة من تسربات قديمة استخدمت لدراسة و استنتاج التغيرات الجوية و الكيميائية ، و قد طُبقت على مدى كبير لدراسة تركيب القشرة الأرضية . و قد تم دراسة تساقط النويدات ^{90}Sr و ^{137}Cs الصنعتين الناتجتين عن التجارب النووية أو الحوادث الاشعاعية و كذلك النويدتين الكوزموجيتين التريتيوم ^3H و الكربون ^{14}C ، حيث أن التريتيوم يوجد بنسبة قليلة طبيعياً و أُستخدم في دراسة دورة المياه ، أما الكربون ^{14}C فقد أُستخدم في دراسة دورة الكربون الكونية . (UNSCEAR 2000)

و لتوسيع قاعدة البيانات فقد تم جمع المعلومات عن مستويات الجرعات في مناطق كثيرة من العالم قدر الامكان ، يتبع ذلك الحماية و الأمان للأفراد من العامة من الاشعاعات المؤينة الطبيعية ، هذه المعلومات ستعطي المستوى القياسي للحماية و الوقاية للانسان و التي لها فوائد همة غير محدودة في هذا المجال ، لذلك تم اختيار منطقة المدينة المنورة لمعرفة تركيزات العناصر المشعة فيها .

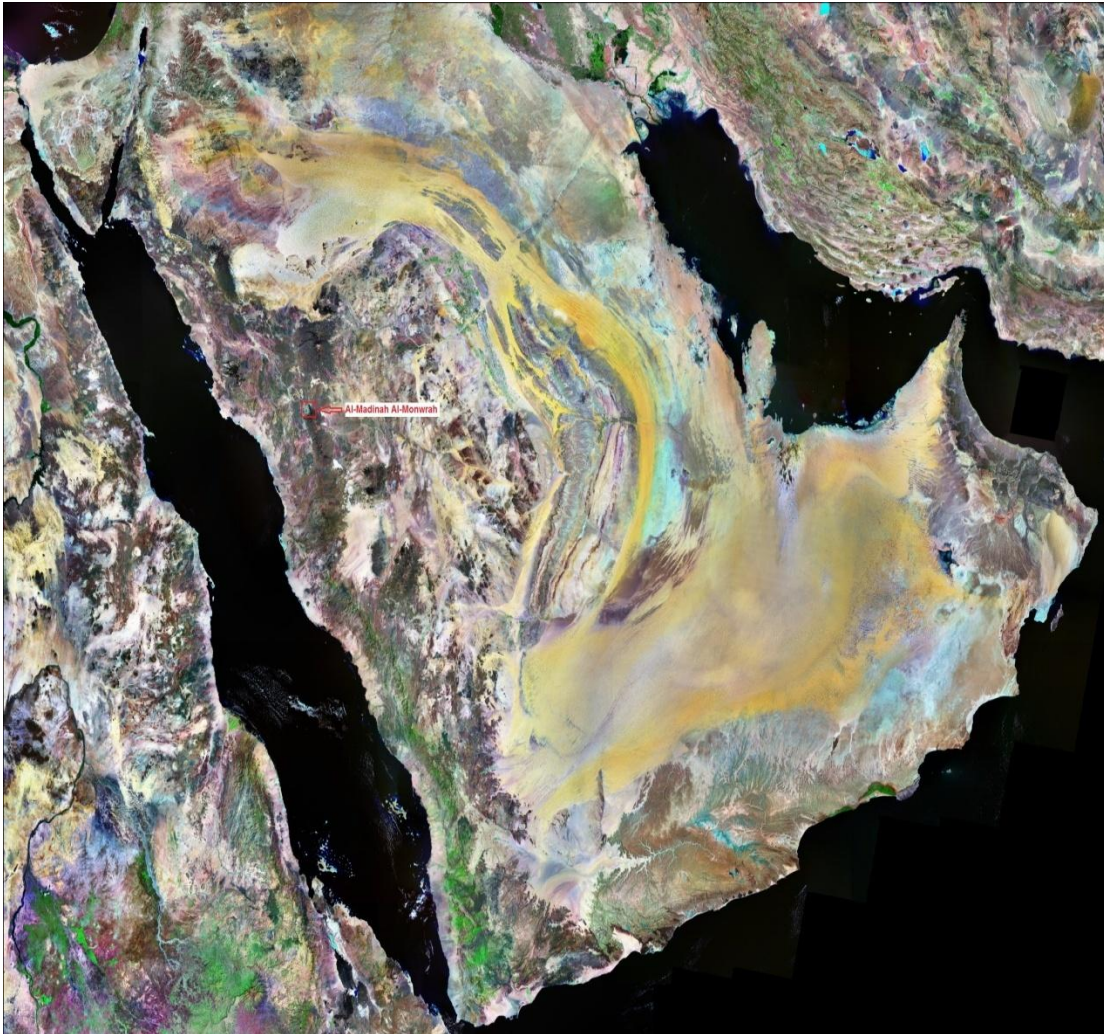
١-٢ جيولوجية منطقة الدراسة : *Geology of the study area*

١-٢-١ الموقع :

تقع المدينة المنورة في وسط الجزء الغربي من المملكة العربية السعودية حول خط الطول $36^{\circ}00'$ و 39° خط العرض $24^{\circ}28'00''$ ، و ترتفع عن سطح البحر 625 متر ، على هضبة تتدرج قليلاً

إلى الشمال على بعد 430 كم عن مكة المكرمة ، و 220 كم عن ينبع ميناء المدينة على البحر الأحمر
الذي يقع في الجهة الجنوبية الغربية من المدينة المنورة ، و تبعد عن شاطئ البحر بخط مستقيم طوله 150
كم ، و تبعد عن عاصمة المملكة العربية السعودية الرياض 980 كم ، يحدها من الشمال جبل أحد
و من الشمال الغربي جبل سلع و من الجنوب الحرتان ، حرة واقم و حرة الوبرة (الحرة هي الحجارة
البركانية السوداء). (بدر ، 1415هـ)

الشكل يوضح موقع المدينة المنورة من المملكة العربية السعودية



شكل (١-١) موقع المدينة المنورة على خارطة المملكة العربية السعودية

Fig. (1-1) Shows Al-Madinah Al-Monwarah position in the K.S.A. map

تتكون المنطقة من تكوينات مختلفة و هي :

١- الصخور البركانية : Volcanic rocks

● صخور بركانية سليكية . Silicic volcanic rocks

● صخور بركانية مفتتة . pyroclastic rock

● صخور بركانية رفيعة . Rhyolitic tuff

٢- صخور رملية . Sandy rocks

٣- صخور رسوبية . Sedimentary rocks

٤- صخور بريته ذات زوايا حادة . Breccia andesitic

٥- صخور بازلتية . Basalt

٦- مناطق رملية . Sandy regions

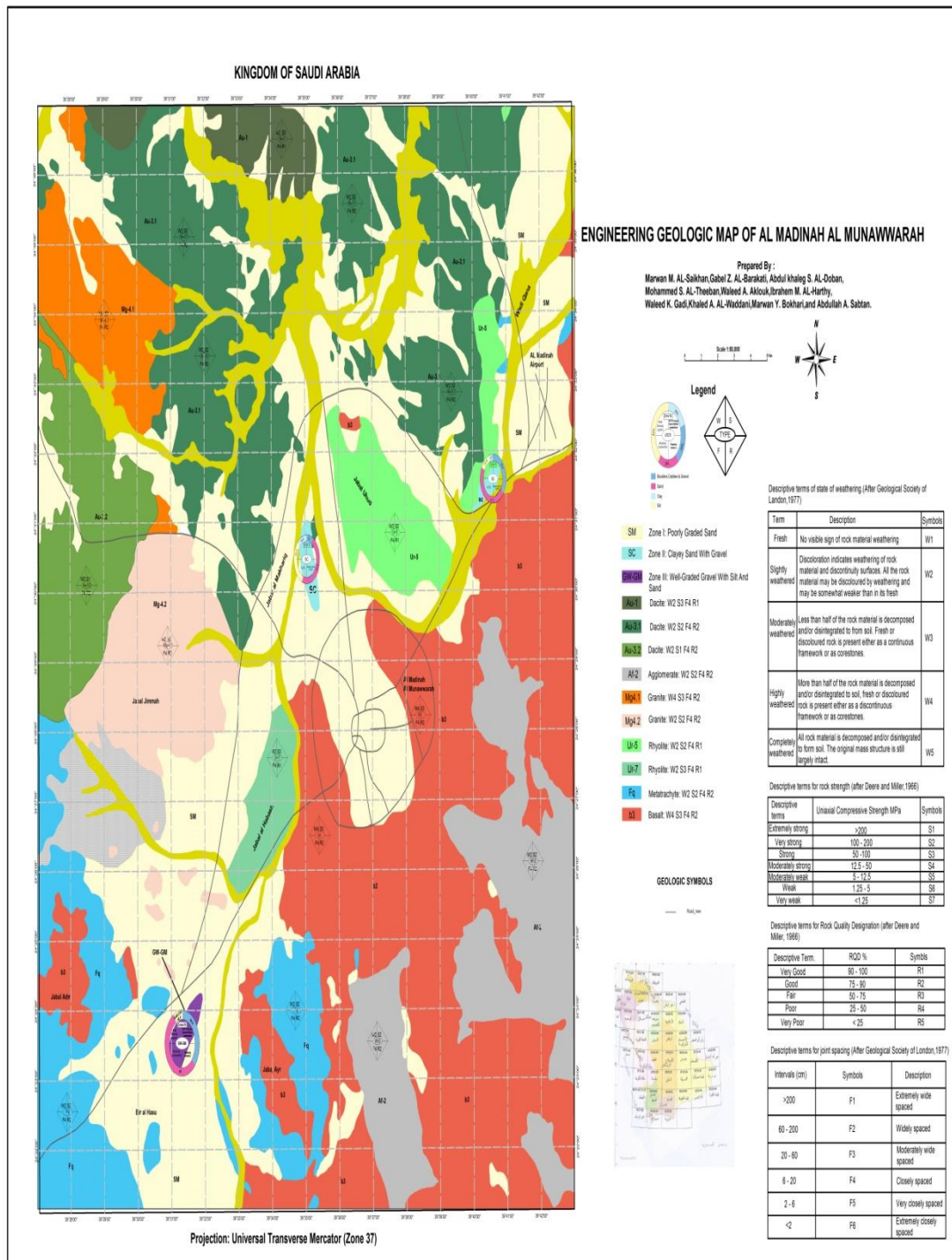
٧- حجر جبلي . Sandstone

٨- مناطق الحرات و منها حرة خيبر Harrat Khyber و حرة هيرما Harrat Hirmah.

كما تشتمل منطقة المدينة المنورة على أودية بها حصى و رمال و طفلة و هي عبارة عن رسوبيات

من نحر الجرانيت كما تتكون من مساحات من الرمال و التلال الناتجة من عمليات النحر . (Saudi

(Geogical Survey , 2010)



شكل (١-٢) خريطة توضح جيولوجية المدينة المنورة

Fig. (1-2) Shows the geology of Al-Madinah Al-Monwarh (Saudi Geological Survey , 2010)

١-٤ المسح المرجعي :

٨ Literature Survey

قام (Al-Kusayer & AlHaj , 1987) بقياس مستوى الخلفية الإشعاعية في مدينة الرياض ، و قد حسبوا تركيزات النظائر المشعة بالبيكريل لكل كيلو جرام ، كما قاموا بحساب الجرعة الإشعاعية من هذه النظائر بالجراي لكل ساعة و كذلك جرعة التعرض بالمايكرو سيفيرت لكل ساعة. جمعوا عينات تربة و كان عددها 21 عينة من مدينة الرياض لعمقين مختلفين أحدهما من (0-5 cm) و الآخر من (5-15 cm) و قد تم عد العينات باستخدام كاشف الجرمانيوم ليثيوم Ge(Li) محاط بدرع إشعاعي . كما قاما بعمل المعايرة باستخدام محلول معلوم النشاط الإشعاعي من Eu-152 موضوع في نفس الشكل الهندسي و مادة الوعاء للعينات المقاسة ، تمت القياسات سنة 1987 م و هي بعد سنة من حادثة تشيرنوبيل، لذلك تم قياس Cs-137 تقريباً في جميع العينات .

قام (Abulfaraj & Abdul-Majid , 1991) بتعيين تركيزات النظائر المشعة الطبيعية في تربة من مناطق متفرقة من جدة بالمملكة العربية السعودية و قد قاموا أيضاً بتحديد تركيزات النظائر المشعة الصناعية Cs-137 بعد حادث تشيرنوبيل ، تم جمع عينات التربة بعمق من (0-5 cm) .

في مصر قام (Ibrahiem et al. , 1993) برسم خريطة للخلفية القاعدية الإشعاعية للتربة السطحية في دلتا نهر النيل إلى مصر الوسطى و تحديد تركيزات النظائر المشعة الطبيعية وهي سلسلة ^{232}Th و سلسلة ($^{226}\text{Ra} - ^{238}\text{U}$) وكذلك ^{40}K بوحدة Bqkg^{-1} للوزن قبل التجفيف و كذلك تركيز ^{137}Cs (صنعي) بوحدة Bqm^{-2} و ذلك باستخدام مطايف جاما المرتكزة على كاشف الجرمانيوم عالي النقاوة ، كما تم حساب الجرعة الإشعاعية على ارتفاع متر واحد بوحدة nGy h^{-1} للوزن قبل التجفيف عند كل نقطة.

كما قام (Ibrahiem *et al.* , 1995) بدراسة تركيزات النظائر المشعة في الرسوبيات و التربة
السطحية لمنطقة بحيرة ناصر بكل من تقنيتي التنشيط النيوتروني و الطيف الجامي، وجدوا أن القيم في
حدود التركيزات الطبيعية للمناطق الأخرى في العالم. بمقارنة نتائج التنشيط النيوتروني و الطيف الجامي
للنظائر المشعة الطبيعية أظهرت إمكانية حدوث عدم اتزان إشعاعي في سلسلة ($^{226}\text{Ra} - ^{238}\text{U}$) بينما
يوجد اتزان إشعاعي في سلسلة ^{232}Th .

درس (Varinlioglu *et al.* , 1995) في تركيا عينات رسوبيات شاطئية من شرق البحر
الأسود بعد سبع سنوات من حادثة تشيرنوبيل عام 1993 م و ذلك لمتابعة المسح الإشعاعي لرسوبيات
البحر الأسود . تم جمع العينات من خمسة عشر محطة و بأعماق مختلفة، ثم حسبوا تركيزات النظائر
المشعة الطبيعية و الصناعية.

قام (Alam *et al.* , 1997) بدراسة المستوى الإشعاعي في رسوبيات مصب نهر كارنافولي
و خليج البنغال ، حيث تم تحليل عينات رسوبيات من مصب نهر كارنافولي قرب الشاطئ والمناطق
خارج الشاطئ لمدينة شيتاجونج في خليج البنغال ، لتعيين محتواها الإشعاعي ، من سلسلة ^{232}Th
و سلسلة ^{238}U و كذلك ^{40}K و نظيري ^{137}Cs و عمره (^{134}Cs (30 years) و عمره
(2.5year) و هما من نواتج الانشطار و ذلك باستخدام مطياف جاما المتكون من كاشف
الجرمانيوم فائق النقاوة ، بالإضافة إلى تعيين حجم حبيبات التربة و قد تم تحديد تركيز النظائر المشعة
الطبيعية بالإضافة إلى ^{137}Cs و لم يلاحظ وجود ^{134}Cs في أي من المحطات .

١٠. قام (Ahmad *et al.*, 1998) بحساب تركيزات النظائر المشعة الطبيعية لبعض عينات التربة و بعض مواد بناء مستخدمه في الأردن ، قارنوا تركيزات النظائر المشعة لمواد البناء بالمستوى العالمي المقبول باعتبار أن القيمة 370 Bqkg^{-1} لمكافئ الراديوم أعلى قيمة مقبولة.

قام (Burnett *et al.*, 1998) بفلوريدا بالولايات المتحدة الأمريكية باستخدام تقنية العد التراكمي لجسيمات ألفا / بيتا (α, β gross counting) لحساب النشاط الإشعاعي في عينات من رقائق التربة المضغوطة (pressed soil wafers) و قد تم تحضير عشر عينات معيارية لتغطية مدى كبير من النشاط الإشعاعي و اثبتوا أنه يمكن استخدام هذه التقنية لتعيين النشاط الإشعاعي الكلي في عينات التربة لتوفير الوقت والمال.

قام (Amaral , 2000) بالبرتغال بدراسة الطيف الجامي وحساب الجرعات الإشعاعية في الموقع (In situ) ، تم دراسة تركيزات النظائر المشعة الطبيعية و التي تحدد نوعية و تركيب التربة و الصخور المختلفة ، كما تم إجراء الدراسات الميكانيكية و الكيميائية و الإحيائية لكل نوع من التربة . تم اختيار بعض النقاط التي بها المستوى الإشعاعي مرتفع أو متوسط أو منخفض ، ووجدوا علاقة بين هذه المستويات الإشعاعية و نوع التربة حيث استفادوا من الخرائط الإشعاعية لدراسات سابقة.

درس (Chibowski *et al.* , 2000) الانتقال الأفقي للنظائر المشعة الطبيعية و الصناعية بتحليل عينات من التربة السطحية لأودية و رسوبيات قاع نهر (Wieprz) ببولندا . تم تحليل تركيزات مشعات جاما لسلسلة ^{232}Th وسلسلة ^{238}U وكذلك ^{40}K ، كذلك تحديد تركيزات مشعات ألفا ^{238}Pu و ^{239}Pu و كذلك ^{240}Pu أظهرت دراسة صخور الطبقة السفلى و التضاريس الجيولوجية المختلفة تأثير انتقال النويدات المشعة من التربة إلى رسوبيات قاع النهر

١١ . تركيز النظائر المشعة في الرسوبيات كانت أقل منها في التربة وذلك بسبب الامتزاز القوي للنظائر المشعة التي أعاقَت هجرَها الأفقية . نسبة ^{238}Pu إلى (^{239}Pu ، ^{240}Pu) في طيف ألفا لا يفصل ^{239}Pu عن ^{240}Pu لقرب طاقتيهما فتعين النسبة لمجموعها كانت مميزة للسقوط الإشعاعي من التجارب و الحوادث النووية كذلك حوالي % 90 من ^{137}Cs كان من حادث تشرنوبيل.

درس (Megumi *et al.* , 2000) سلوك و توزيع النظائر المشعة في الطبقة السطحية من رسوبيات خليج اوزاكا و بحيرة بيوا باليابان و تهدف الدراسة إلى تأريخ تركيزات المواد الملوثة للرسوبيات في هذه المناطق . تم تحديد خمس نقاط من الرسوبيات الشاطئية لخليج اوزاكا و ثلاث نقاط للمنطقة الشاطئية لبحيرة بيوا . حسب تركيزات كل من النظائر ^{226}Ra و ^{210}Po و ^{228}Th و ^{40}K بالإضافة إلى ^{137}Cs كما تم دراسة تركيب التربة بالتحليل بتقنية (حيود أشعة X) .

درس (Melo *et al.* , 2000) الجرعات الداخلية الحادة الناتجة عن النظائر المشعة الطبيعية في البرازيل ، حيث يوجد في البرازيل بعض المناطق التي يتواجد بها اليورانيوم و الثوريوم و نويداتهما الوليدة بتركيزات مرتفعة في التربة. منطقة بونا إحدى هذه المناطق والتي تقع شمال ولاية ريودي جانيرو و التي تعتبر المنطقة الخامسة في مخزون المونازايت في العالم . هذه المنطقة يسكنها 2500 نسمة ، جميع العائلات تقيم في هذه المنطقة منذ أكثر من عشر سنوات و % 84 منهم من غير المدخنين ، كما إن معظم مواد الغذاء منتجات محلية ، بتحليل الغذاء العادي و تعيين تركيزات المواد المشعة و جد أن الفرد يتناول التركيزات التالية سنوياً ، 18 mBq من ^{232}Th و 722mBq من ^{228}Ra و 189mBq من ^{228}Th و 108 mBq من ^{238}U و 32 mBq من ^{230}Th و 111 mBq من ^{234}U و 251 mBq من

^{226}Ra و 216mBq من ^{210}Po لذلك تعتبر هذه المنطقة مثالية لدراسة مستفيضة عن تأثير تراكم ١٢

الجرعات الإشعاعية ذات المستوى المنخفض.

قام (Sugion Masato *et al.* , 2000) بعمل مسح إشعاعي بولاية فوجوما باليابان ، تم تعيين تركيزات النظائر المشعة و الجرعات بواسطة جهاز محمول باستخدام مطياف جاما المكون من كاشف أيوديد الصوديوم الومضي وكذلك بارومتر يدوي لتقدير الأشعة الكونية، وقد تم الأخذ في الاعتبار تأثير امتصاص جسم السيارة للأشعة و كذلك تأثير رصف الطريق وتساقط النويدات الوليدة من الرادون . كذلك التركيزات في الأنفاق و بجوار الجدران.

قام (Uyttenhove *et al.* , 2000) بدراسة الطيف الجامي الطبيعي في بلجيكا بعد عقد من حادثة تشيرنوبيل بواسطة كاشف الجرمانيوم فائق النقاوة المحمول و قد عينوا تركيزات النظائر المشعة الطبيعية بالإضافة إلى ^{137}Cs (الصنعي).

قام (Wong *et al.* , 2000) بدراسة الجرعات الإشعاعية الطبيعية في الهواء و معدل الجرعات في هونج كونج و قد أجروا الدراسات في المناطق المفتوحة و داخل الأبنية . وجدوا ضرورة مقارنة النتائج بالمناطق المفتوحة بمثلتها والمناطق المغلقة بمثلتها حتى تكون النتائج ذات معنى.

درس (Gonzalez-labajo *et al.* , 2001) توزيع و سلوك مشعات جاما الطبيعية المختلفة (اليورانيوم - الثوريوم - البولونيوم) في نهر يقع في المنطقة الجنوبية الغربية لإسبانيا (في منطقة بها أنشطة تعدينية) . وقد لوحظ الزيادة النسبية لأنوية اليورانيوم بالنسبة للنويدات الأخرى في السلسلة وذلك نتيجة لترسب اليورانيوم مع العناصر الثقيلة بزيادة الرقم الهيدروجيني pH على طول النهر . و تعود

زيادة تركيز اليورانيوم إلى ذوبان أملاح اليورانيوم في الماء المستخدم في عملية المعالجة للمواد المستخرجة من المنجم و التي تترسب في النهر .

قام (Kannan *et al.*, 2002) بالمسح الإشعاعي المبدئي لساحل Kalpakkam بالهند باستخدام كاشف جاما المرتكز على بلوره الجرمانيوم فائق النقاوة حيث إن هذه المنطقة تتمتع بخلفية إشعاعية مرتفعة تتراوح الجرعة بين 100 nGy^{-1} إلى 4000 nGy^{-1} .

في مشروع يقوم به معهد بحوث الطاقة الذرية بمدينة الملك عبد العزيز للعلوم والتقنية ، يهدف إلى تأسيس قاعدة بيانات للإشعاعات البحرية للبيئة السعودية ، للنظائر المشعة الطبيعية والصناعية في المياه و الرسوبيات و الأحياء المائية قام (Al-Kheliewi *et al.* , 2002) بدراسة تركيز النظائر الصناعية في الرسوبيات البحرية في منطقتي الخفجي و منيفة و تم تعيين تركيزات نظائر ^{241}Pu و ^{241}Am بواسطة طيف الفا ، و تركيز ^{90}Sr عن طريق دراسة عد جسيمات بيتا أما ^{137}Cs تم قياسه بواسطة كاشف الجرمانيوم عالي النقاوة . في سياق نفس المشروع قام (Al-Kheliewi *et al.* , 2002) بقياس المستويات الإشعاعية للنظائر الطبيعية في نفس المناطق ، الخفجي و منيفة الساحلية ، و تم تحديد تركيزات ^{40}K و ^{238}U و ^{230}Th و ^{226}Ra و ^{232}Th و ^{228}Th و ^{226}Ra و كذلك ^{235}U في الرسوبيات و المياه . هذه الدراسة ستستخدم كقاعدة بيانات و مرجع لقياس أي تسرب إشعاعي للمنطقة في المستقبل.

قام (Sroor *et al.* , 2002) بدراسة المواد المشعة طبيعياً تحت ظروف خاصة و أثبتوا أنها تسبب أضرار صحية . العناصر المشعة الطبيعية (^{40}K , ^{232}Th , ^{238}U) حيث تم تعيين تراكيزها من

١٤ عينات صخور تم جمعها من المنطقة الشمالية من توشكا (جنوب مصر- جنوب السد العالي) . تم تحديد الجرعة الممتصة من هذه التركيزات و تحديد المكافئ الراديومي و تحديد معمل الخطورة الخارجية H_{ex} .

قام (Ibrahiem , 2003) بدراسة التركيب الجيولوجي و النشاط الإشعاعي لعينات من الصخور المختلفة لوادي وزر بالصحراء الشرقية بمصر، و ذلك لدراسة الاتزان الإشعاعي في سلسلي ^{238}U و ^{232}Th في هذه الصخور و تم عمل قياسات تحليل الطيف الجامي بكاشف الجرمانيوم فائق النقاوة ، كذلك (Laser fluorometry) (فلورومتري ليزر) لتعيين تركيزات اليورانيوم الكلي و كذلك جهاز حيود الأشعة السينية (X- Ray Diffraction) لتحديد نوعية الصخور و المعادن.

قام (Ramli et al. , 2003) بعمل مسح إشعاعي و حساب الجرعات الاشعاعية لمنطقة مقاطعة (Kota Tinggi) بماليزيا و أوجد علاقة إحصائية فيما بينها .

قام (Singh et al. , 2003) بحساب تركيزات النظائر المشعة الطبيعية في مقاطعه (Hamirpur district , Himachal Pradesh) بالهند باستخدام الطيف الجامي بكاشف $NaI(Tl)$ (5"×4") و قياسات الفا بحساب تركيزات الرادون من مسارات جسيمات الفا (track etch technique).

درس (Tapcuoglu et al. , 2003) توزيع النظائر المشعة الطبيعية (^{238}U ، ^{232}Th ، ^{226}Ra ، ^{210}Po و كذلك ^{40}K) بالإضافة إلى ^{137}Cs في بعض عينات الغذاء و الرسوبيات و التربة في منطقة عين (Emendere the spring) و المياه الجارية لنفس المنطقة في غرب الأناضول . تمت الدراسة باستخدام مطياف جاما و مطياف الفا و كذلك العد التراكمي لجسيمات (β gross , α counting) و وجدوا أن هذه المياه لا تصلح للشرب من حيث تركيزات العناصر المشعة.

درس (Tzortzis et al. , 2003) تركيزات النظائر المشعة الطبيعية لبعض الصخور الجيولوجية ١٥

الموجودة في قبرص كذلك خواصها ، باستخدام كاشف الجرمانيوم فائق النقاوة . كما قاموا بتعيين معدل التعرض للجرعات المشعة و الجرعات المؤثرة السنوية. كما قاموا برسم خريطة إشعاعية للمنطقة المقاسة و مبين عليها أنواع الصخور .

كما قام (Akhtar et al. , 2004) بتعيين تركيزات العناصر المشعة الطبيعية و الصناعية ، كذلك التعرض الإشعاعي من تربة منطقة السبخات في لاهور بباكستان . وجدوا أن التركيزات تعتمد على نوع التربة . و قد أظهرت النتائج أن التركيزات في المناطق الزراعية تختلف عنها في المناطق القاحلة. وجدوا أن تركيزات السيزيوم-137 أقل من أقل مستوى للعد .

درس (Carlos et al. , 2004) الرسوبيات و التكوينات الرسوبية من منطقة جنوب شرق البرازيل ، هذه المنطقة تعتبر منجم مفتوح لأخذ الحجر الجيري و الخامات اللازمة لصناعه السيراميك. تم تعيين تركيزات النظائر المشعة الطبيعية كذلك تعيين نسب اليورانيوم للبتواسيوم و اليورانيوم للثوريوم و الثوريوم للبتواسيوم . كما درسوا الاتزان الإشعاعي في سلسلة اليورانيوم و بالرغم أنهم لم يتمكنوا من تحديد سبب عدم الاتزان الإشعاعي ، فقط افترضوا إن ذلك حدث نتيجة التغيرات المناخية و تفاعل المياه مع الصخور.

قام (Malczewski et al. , 2004) بقياس المستويات الإشعاعية الطبيعية و مصدرها في الصخور و التربة في بيئة منطقه (Swieradow Zdroj) في منطقة (Sudetes) ببولندا باستخدام مطياف جاما المحمول وقد تم تعيين تركيزات النظائر المشعة الطبيعية بالإضافة إلى ^{137}Cs ، كما تم مقارنة المستويات الإشعاعية حسب أنواع الصخور.

١٦ قام (Quindos *et al.*, 2004). بمقارنه النتائج التي تم الحصول عليها بكاشف جاما المحمول في الموقع و النتائج التي تم الحصول عليها لعينات من نفس المواقع بالمعمل كذلك الجرعات الاشعاعية الناتجة عن أشعة جاما لعدد 1500 عينه تربة في إسبانيا . و تعيين الجرعات الاشعاعية في الموقع . حيث يتكون الجهاز من عداد جايجر مصمم خصيصاً لقياس أشعة جاما للعينات البيئية . جميع الجرعات تم حسابها من الإشعاعات الأرضية على ارتفاع متر بينما العينات التي تم تحليلها في المعمل لتعيين تركيزات النظائر المشعة الطبيعية تم تحليلها بكاشف جاما الفائق النقاوة و كفاءته النسبية 59% وقد تم استخدام معاملات التحويل لتحويل الجرعات من تركيزات Bqkg^{-1} إلى جرعات (nGy h^{-1}) .

باستخدام كواشف محمولة للقياسات الجامية (In Situ) وهي كاشف أيودييد الصوديوم NaI(Tl) (7.6cmx7.6cm) و كذلك كاشف الجرمانيوم فائق النقاوة (كفاءة نسبية 35%) قام (Tyler , 2004) بعمل خريطة إشعاعية لتوزيع النظائر المشعة الطبيعية بالإضافة إلى تراكم ^{137}Cs و ذلك في منطقة ملحية من شواطئ اسكتلندا كما درس علاقة تركيز السيزيوم بالعمق .

درس (Alencar & Freitas , 2005) المستويات المرجعية للإشعاع الطبيعي للتربة الشاطئية للساحل جنوب الشرقي من البرازيل و ذلك باستخدام الكاشف البيئي المحمول (TRADOS 70046A) (In Situ) و قد قاسا الجرعات على ارتفاع متر كما حسبوا الجرعات من تركيزات النظائر المشعة لسلسلي ^{232}Th و ^{238}U و كذلك ^{40}K لعينات من التربة تم جمعها حتى عمق 10cm . بالإضافة إلى ذلك قاما بتحليل العينات باستخدام كاشف الجرمانيوم فائق النقاوة.

قام (Amutha *et al.* , 2005) بدراسة الخلفية الاشعاعية من النظائر الطبيعية في عينات من ١٧

التربة في منطقة (Pollachi taluk) Tamilnadu في الهند .

في الهند أيضا درس (Sengupta *et al.* , 2005) الخلفية الاشعاعية المرتفعة عند ساحل

Erasama والذي تصل له رسوبيات من منطقة Orissa.

قام (Bikit *et al.* , 2005) بحساب المستويات الإشعاعية الطبيعية والصناعية بالتربة في المنطقة

الشمالية من صربيا و الجبل الأسود .

درس (Nasim Akhtar *et al.* , 2005) النظائر المشعة الطبيعية والصناعية باستخدام كاشف

الجرمانيوم فائق النقاوة و قدروا جرعة التعرض الإشعاعي في التربة الملحية (السبخات) من لاهور في

باكستان باستخدام معاملات تحويل من تركيزات إلى جرعات .

قام (Navas *et al.* , 2005) خلال مشروع كبير لدراسة التركيبات السطحية للتكوينات في

المنطقة القطبية الجنوبية Antarctica ، تم عمل المسح المبدئي لتكوينات النظائر المشعة للتربة في المنطقة

الغربية من جزر Livingston جنوب جزر Shetland و تم جمع عينات من التربة بأعماق تتراوح

بين 13-40cm من سبع مواقع مختلفة على ارتفاع 88m من سطح البحر و تعين تركيزات النظائر

المشعة و تمكنوا من تحديد أنواع الصخور .

درس (Rani & Singh , 2005) مستويات الإشعاع الطبيعي لبعض عينات التربة من مناطق

إقليم Himachal Pradesh بالهند باستخدام كاشف أيوديد الصوديوم ، و كذلك تعيين الجرعات

المتصدة و تعيين تركيز ^{238}U باستخدام تقنية Fission Track . كانت القيم تتراوح

من 3.26mg kg^{-1} إلى 7.71mg kg^{-1} .

١٨ قام (Sengupta et al. , 2005) في معامل بروكهافن الوطنية National (Brookhaven Laboratory) بولاية نيويورك بإعادة المسح الإشعاعي وتعيين المستويات الإشعاعية الخارجية ، بمواقع سبق أن تمت عملية المسح الإشعاعي للمستويات الإشعاعية الخارجية لها عام 1949 م ، باستخدام الغرف الأيونية و مقاييس الجرعات الوميضية الحرارية Thermo Luminous Detectors (TLD). حيث تمت مقارنة النتائج السابقة بالنتائج الحالية لدراسة التغيرات الناتجة عن تشغيل مفاعل، كذلك بعض التجارب الإشعاعية في الموقع ، بالإضافة إلى دراسة تأثير التساقط الناتج من تجارب الأسلحة النووية .

قام (Bikit et al. , 2006) في صربيا و الجبل الأسود بدراسة 54 عينة رسوبيات تم جمعها من 18 موقع موزعة في منطقة Vojvodina من نهر الدانوب ، حيث تم تحليل العينات بكاشف جاما عالي الفصل و منخفض المستويات الإشعاعية لتعيين تركيزات النظائر المشعة الطبيعية ^{40}K و سلسلة ^{232}Th و سلسلة ^{238}U و كذلك ^{137}Cs الناتج من التلوث من حادث تشيرنوبيل . تم مقارنة النتائج بتلك التي تم الحصول عليها للسنوات الأربعة التالية لحادث تشيرنوبيل ، كما تم مناقشة معدل نقص تركيز ^{137}Cs من المحيط المائي للنهر حيث لم يوجد أي بقايا من ^{137}Cs ، و قد بينت نتائج المستويات الإشعاعية للنظائر المشعة الطبيعية و الصناعية أنها في نفس المستوى قبل حادث تشيرنوبيل.

قام (El-Arabi et al. , 2006) بدراسة النظائر المشعة الطبيعية لبعض الصخور في مصر . تم جمع عينات الدراسة من رسوبيات و طفلة و حجر جيرى و التي تستخدم كمواد أولية في صناعة مواد

البناء . تم تعيين التركيزات للنظائر المختلفة لكل نوع من الصخور الرملية كلاً على حدة ولكل وادي تم ١٩ اختياره وجمعت العينات من كل منطقة على حدة.

كما قام (Morton *et al.* , 2006) بحساب النشاط الإشعاعي لنظائر سلسلة ^{238}U وسلسلة ^{232}Th وكذلك ^{40}K و ^{137}Cs بالإضافة إلى مستوى الملوحة لتربة سلسلة الهضاب السوداء الناتجة عن فيضان نهر (Virgin River) جنوب شرق ولاية نيفادا بالولايات المتحدة الأمريكية . كما تم استخدام تقنيات التحليل الطيفي الجامي وكذلك استخدم الميكروسكوب الإلكتروني EDS (Electron Dispersion Spectrometer) بالإضافة إلى التحليل بجيود الأشعة السينية (XRD) لدراسة تركيب التربة .

حسب (Perrin *et al.* , 2006) التوزيع الرأسي لنظائر ^{40}K و ^{137}Cs وكذلك نظائر سلسلي ^{238}U و ^{232}Th ، باستخدام كاشف الجرمانيوم المحمول فائق النقاوة (In Situ) و ذلك ضمن برنامج لدراسة التآكل (التعرية) ، لدراسة تاريخ و تركيب التربة و الرسوبيات في مصب نهر Hyrome في فرنسا . كان الاهتمام الأكبر لتركيزات نظائر ^{137}Cs . تم حساب تركيزات النظائر المشعة بوحدة Bq kg^{-1} ماعدا ^{137}Cs التي تم حساب التركيز السطحي لها بوحدة Bq m^{-2} .

قام (Tufail *et al.* , 2006) بدراسة الجرعات الإشعاعية في المناطق المزروعة و المناطق البور لعينات تربة من منطقة Faisal-Abad بباكستان ، تم تحديد تركيزات النظائر المشعة وكذلك حساب الجرعة باستخدام معاملات التحويل (UNSCEAR 2000) . كما تم عمل التحليل الكيميائي لتعيين تركيزات نظائر الصوديوم Na و الكالسيوم Ca والمغنيسيوم Mg .

قام (Wu , 2006) بدراسة تراكم النظائر المشعة في التربة نتيجة لطول فترة الري و ذلك من ٢٠ خلال برنامج (Yucca Mountain) بولاية نيفادا بالولايات المتحدة الأمريكية لتحديد

١. الزمن اللازم للوصول لحالة الاتزان للنظائر المشعة في السلاسل الاشعاعية .

٢. المعدل الثابت المناسب للري .

٣. دراسة الأراضي الزراعية التي تم ريها لأزمنة طويلة.

٤. تغير تركيزات النظائر المشعة في المياه .

كما درس (Florou et al. , 2007) التأثير الإشعاعي الخارجي لمناطق مرتفعة التركيز للإشعاع الطبيعي في اليونان . و قد اختاروا ثلاث مناطق من جزر بركانية. هذه المناطق تمتاز بوجود ينابيع حرارية جيولوجية ويصدر منها غازات و تم القياس بتعيين الجرعات باستخدام مطياف وميضي مركب في سيارة ، كذلك تحديد تركيزات النظائر المشعة الطبيعية في المعمل للتربة و مياه الينابيع و مياه البحر و رسوبيات . كذلك تقدير الجرعات الإشعاعية و المخاطر للإنسان و الجرعة الخارجية للبيئة البحرية بالإضافة إلى تحديد الجودة البيئية من الناحية الإشعاعية لهذه المناطق .

قام (Kam & Bozkurt , 2007) بقياس المستوى الإشعاعي البيئي في منطقته Kastamonu في شمال تركيا و التي تحظى بالجذب السياحي . قد قاموا بقياس مستوى الرادون داخل و خارج المباني و تعيين الجرعات الناتجة عن التعرض لأشعة جاما في الهواء و مياه الشرب كما تم حساب الجرعات الخارجية من الإشعاع في التربة الناتج من الأشعة الكونية .

قام كلاً من (Laubenstein and Magaldi , 2008) بدراسة تركيزات العناصر المشعة

الطبيعية لسلسلي ^{238}U ، ^{232}Th و كذلك ^{40}K في بعض العينات من التربة الحمراء من منطقة

٢١ البحر الأبيض المتوسط ، و ذلك باستخدام تقنية التحليل الجامي في معامل (Gran Sasso) الوطنية في إيطاليا . و وجدا أن تركيز اليورانيوم يتراوح بين 1-5ppm و الثوريوم بين 3-30ppm ، بينما يتراوح تركيز البوتاسيوم بين 0.13% إلى 1.3% . بينت النتائج أن خواص التربة في غياب وجود مركبات الكالسيوم أو الصوديوم تكون فيها نسبة اليورانيوم صغيرة ، بينما التربة التي تحتوي على illite-smectite في الطفلة تكون أثري في نسبة اليورانيوم . لذلك افترض أن اليورانيوم يتكون بنسب قليلة جداً في بلورات صخور الكالسيوم و التي تتسرب خلال العمليات المناخية و تهاجر على شكل (UO_2^{+2}) و التي تمتاز على سطح مكونات التربة أساساً بالمعادن الموجودة في طفلة (تيرا روزا) .

درس كلاً من (Al-Hamarnah and Awadall , 2008) الإشعاع الطبيعي لعينات من التربة السطحية التي تم جمعها من تكوينات جيولوجية مختلفة من المناطق الشمالية المرتفعة من شمال الأردن . تمتد هذه المنطقة من نهر اليرموك شمال إلى وادي والا في الجنوب و التي تشكل مناطق زراعية هامة في الأردن . هذه المنطقة يقطنها حوالي 70% من السكان في الأردن و التي تتكون أساساً من الحجر الجيري ، الذي يستخدم أيضاً في الإنشاءات . بينت الدراسة وجود اتران إشعاعي في السلاسل الإشعاعية كما تم حساب متوسط الجرعة الممتصة والذي وجد أنه حوالي $51.5 \text{ nGy} \cdot \text{h}^{-1}$ و وجد أن الجرعات المؤثرة في حدود الحدود المسموحة فيما عدا عينات التربة المأخوذة من الصخور الفوسفاتية . ومن دراسة التركيب المعدني للعينات المأخوذة من التشكيلات الجيولوجية المختلفة و تم استنتاج ما إذا كان قد تم تركيز العناصر المشعة في هذه المناطق .

قام كلاً من (Baykara and Dogru , 2008) بدراسة 72 عينة تربة من صدعين في المنطقة الشمالية والشرقية من منطقة الأناضول في تركيا . تم مقارنة تركيزات العناصر المشعة الطبيعية في التربة

٢٢ و تعيين الجرعات و قورنت النتائج بالنتائج المنشورة عن بعض البلدان . تم تعيين التركيزات باستخدام مطياف جاما المرتكز على بلورة [NaI(Tl)] و مقياس تحديد المستوى الاشعاعي على التوالي و جدا أن متوسط التركيزات في المناطق الشمالية أعلى منه في المناطق الشرقية و جدا أن معدل الجرعة الممتصة في المنطقتين يفوق 57 nGyh^{-1} .

كما قام (Joga Singh *et al.* , 2008) بعمل دراسة مقارنة لمستويات الاشعاع الطبيعي في عينات تربة من منطقة سيواليكس العليا و البنجاب باستخدام مطياف جاما ، و ذلك لتقويم المخاطر الصحية و عمل قاعدة بيانات لمراقبة التغيرات في الجرعات الاشعاعية التي ستحدث نتيجة للأنشطة الانسانية .

كما قام (Santos *et al.* , 2009) بقياسات اشعاعية في مساحة صغيرة من منطقة برنموكو بالبرازيل لتعيين تركيزات الراديوم في التربة . فقاموا بجمع وتحليل 78 عينة تربة و أجريت التحليلات الجامية باستخدام مطياف جاما فائق النقاوة . تركيزات الراديوم ^{226}Ra تراوحت بين 14 _ 367 بيكريل لكل كيلو جرام ؛ والراديوم ^{228}Ra تراوحت بين 73 _ 429 بيكريل لكل كيلو جرام . النسبة بين تركيز ^{226}Ra إلى تركيز ^{228}Ra تراوحت بين 1.0 إلى 7.0 ، لذلك فهي مؤشر لتحديد مصدر الإشعاعات في هذه التربة و من الممكن أن تكون بسبب وجود ^{232}Th الذي ستم دراسته مستقبلا".

درس (Jankovic Mandic *et al.* , 2010) توزيع الأنوية المشعة الطبيعية في منطقة بلجراد في صربيا ، باستخدام مطياف جاما . تم دراسة 35 عينة من منطقة بلجراد و ذلك لتعيين تركيزات اليورانيوم ، الثوريوم و البوتاسيوم ، و قد تم مقارنة النتائج بالتركيزات المنشورة عن مناطق أخرى في العالم .

قام (Saidou *et al.* , 2011) بدراسة موقع لاستخراج اليورانيوم في الكاميرون . تهدف
الدراسة إلى عمل خريطة قاعدية لمنطقة بولي (Poli) . تم جمع العينات و تحليلها و استنتجوا من
تركيزات السلاسل المشعة أن الجرعة المكافئة في حدود 5.2 mSv/y حيث أنها تزيد قليلاً عن المتوسط
العالمي 2.4 mSv/y . لذلك فهي تعتبر مقبولة و لا تشكل أي خطورة .

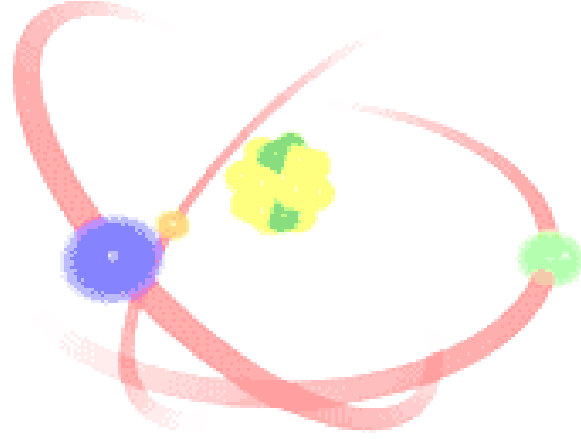
١-٥ أهداف العمل : *Aim of the work*

أولاً : رسم خريطة إشعاعية قاعدية للتربة السطحية بمنطقة الدراسة من المدينة المنورة ، هذه الخريطة
ستستخدم كمرجع لرصد أي تغيرات للمستوى الإشعاعي البيئي الذي ينتج عن أي تغيرات جيولوجية
أو إشعاعية (نتيجة حوادث إشعاعية أو نووية أو بناء مفاعلات نووية في المنطقة) .

ثانياً : استخدام هذه البيانات لحساب الجرعة الممتصة للتعرض الإشعاعي عند كل نقطة لجمع العينات .

ثالثاً : إيجاد العلاقة بين التركيب الجيولوجي للتربة و الجرعة في كل نقطة .

و نظراً لحدوث حادث نووي في مفاعلات فوكوشيما باليابان و التي من المحتمل أن يحدث منها
تسرب إشعاعي ، فمن الضروري جمع عينات بعد فترة (شهر إلى ثلاثة أشهر) من ذات المواقع لمقارنة
النتائج مع المرصود حالياً بالنتائج لعناصر ^{137}Cs و عمره 30y ، كما يتحتم الكشف عن ^{134}Cs
و عمره 2.5y و كذلك ^{90}Sr و عمره 28 y حيث أنه مشع ليبتا و يحتاج مصدر منه إلى فصل
كيميائي . هذه العناصر المشعة الصناعية من المحتمل تواجدتها بعد التسرب الناتج عن هذه المشكلة
الإشعاعية.



الفصل الثاني

المفاهيم النظرية

Theoretical aspects

٢- المفاهيم النظرية

2-Theoretical aspects

يشمل هذا الفصل بعض المفاهيم النظرية الخاصة بموضوع الدراسة كالسلاسل الإشعاعية و الاتزان الإشعاعي و تفاعل أشعة جاما مع مادة الكاشف و الكفاءة للنظام و قوة الفصل و مصادر و حدود الخطأ و مصادر الخلفية الإشعاعية في الطيف الجامي و كذلك حساب أقل حد للعد.

٢-١ السلاسل الإشعاعية الطبيعية : Natural Radioactive Series

تتميز نوى جميع النظائر المشعة الموجودة في الطبيعة ذات العدد الذري الأكبر من (82) فيما عدا البزموت $^{209}_{83}Bi$ بأنها جميعاً غير مستقرة إشعاعياً ، و ذلك لكبر حجم النواة . يؤدي هذا إلى تفكك بعض تلك النظائر من خلال انحلال جسيمات ألفا و إصدار جسيمات ألفا التي تحتوي على بروتونين و نيوترونين . و نتيجة لإصدار هذه الجسيمات تزداد نسبة النيوترونات إلى البروتونات في النواة مما يؤدي إلى استيفاء شروط تفكك بيتا في بعض هذه النوى الوليدة و حدوث هذا التفكك مع إصدار جسيمات β^- ، و تستمر هذه السلسلة من تحولات α ثم β^- حتى تصل إلى نواة مستقرة غالباً ما تكون إحدى نظائر الرصاص . (أحمد و السريع ، 1426 هـ ؛ الدغمة و جمعة ، 1417 هـ)

توجد في الطبيعة حالياً أربع مجموعات تعرف بسلاسل الإشعاع الطبيعية وهي

٢٦ ١. سلسلة الثوريوم ^{232}Th و تبدأ هذه السلسلة بنواة الثوريوم ^{232}Th المشعة بجسيمات ألفا

و عمر النصف لها $1.39 \times 10^{10}\text{y}$ و تنتهي بنواة الرصاص ^{208}Pb المستقرة مروراً بعدد من

النويدات المشعة و تسمى هذه السلسلة حسب الوزن الذري للنظير الأم الذي تبدأ به بـ $(4n)$.

٢. كذلك سلسلة اليورانيوم-راديوم ($^{238}\text{U} - ^{226}\text{Ra}$) حيث تبدأ هذه السلسلة بنواة اليورانيوم

^{238}U المشعة و عمر النصف لها $4.47 \times 10^9\text{y}$ و تنتهي بنواة الرصاص ^{206}Pb المستقرة مروراً بعدد

من النويدات المشعة أيضاً و تسمى $(4n+2)$.

٣. سلسلة الأكتينيوم Ac حيث تبدأ هذه السلسلة بنواة اليورانيوم ^{235}U المشعة والتي عمر النصف لها

$7.04 \times 10^8\text{y}$ و تنتهي السلسلة بنواة الرصاص ^{207}Pb المستقرة مروراً بعدد من النويدات المشعة و

تسمى $(4n+3)$.

٤. سلسلة النبتونيوم ^{237}Np و تبدأ بنواة النبتونيوم ^{237}Np المشعة و التي عمر النصف لها

$2.22 \times 10^6\text{y}$ و تنتهي بنواة البزموت ^{209}Bi المستقرة مروراً بعدد من النويدات المشعة وتسمى

بـ $(4n+1)$ ، إلا أن هذه السلسلة لا توجد في الطبيعة نظراً لأن عمر النصف للنواة الأم (رأس

السلسلة) أقل بكثير من عمر الأرض الذي يقدر بحوالي $3 \times 10^9\text{y}$.

تمر كل سلسلة من هذه السلاسل بعدد من النويدات المشعة حتى تصل إلى نواة مستقرة . (Paul ,

1969 ; Segre , 1977 ; Krane , 1988)

بالإضافة إلى هذه السلاسل الإشعاعية الطبيعية فإنه توجد في الطبيعة بعض النظائر المشعة الأخرى

التي لها أعداد ذرية صغيرة نسبياً مثل البوتاسيوم ^{40}K وهو نشط بالنسبة لجسيمات β^- و الأسر

الالكتروني وعمر النصف له $1.28 \times 10^9\text{y}$ و السماريوم ^{146}Sm النشط بالنسبة لجسيمات α

و كذلك الروبيديوم ^{87}Rb و الانديوم ^{115}In و غيرها . (أحمد و السريع ، 1426 هـ ؛ الدغمة و ٢٧

جمعة ، 1417 هـ) (Krane , 1988)

٢-٢ التوازن الإشعاعي : *Radioactive Equilibrium*

التوازن بالنسبة لأي كمية فيزيائية يعني أن هذه الكمية لا تتغير بالنسبة للزمن (Paul , 1969)

، و هناك نوعين للتوازن الإشعاعي :

١-٢-٢ التوازن العابر : *Transient equilibrium*

يحدث هذا الاتزان عندما يكون عمر النصف للنواة الأم أكبر من عمر النصف للنواة الوليدة

($t_1 > t_2$) و يكون ($\lambda_1 < \lambda_2$) ، حيث تبدأ النواة الأم بالتحلل بينما تبدأ عدد الأنوية الوليدة بالازدياد

حتى يصل إلى قيمة عظمى ثم يأخذ بعد ذلك في النقصان و تتحلل هي الأخرى إلى نواة مستقرة .

(أحمد و السريع ، 1426 هـ)

٢-٢-٢ التوازن الدائم : *Secular equilibrium*

عندما يكون العمر النصفى t_1 لنواة الأم كبير جداً بالنسبة لعمر النواة الوليدة t_2 أي أن $t_1 \gg t_2$

و ثابت الانحلال للنواة الأم λ_1 صغير جداً بالنسبة للنواة الوليدة حيث تقترب من الصفر بحيث أن λ_2

$\lambda_1 \ll$ فإنه بعد حوالي خمس أضعاف عمر النصف للنواة الوليدة سيحدث اتزان اشعاعي دائم و تصبح

الشدة الاشعاعية للنوى الوليدة مساوية تماماً للشدة الاشعاعية للنواة الأم ، و يعطى النشاط الإشعاعي ٢٨

لكل نويدة في السلسلة من المعادلة : (أحمد و السريع ، 1426 هـ ؛ الدغمة و جمعة ، 1417 هـ)

$$N_1 \lambda_1 = N_2 \lambda_2 = N_3 \lambda_3 = \dots = N_n \lambda_n \quad (2 - 1)$$

حيث N_1 : عدد نويدات النواة الأم

λ_1 : ثابت الاضمحلال للنواة الأم ، t_1 : عمر النصف لها .

N_n : عدد النويدات لنظير معين في السلسلة .

λ_n : ثابت الاضمحلال لهذا النظير ، t_n : عمر النصف له .

ويوضح شكل (٢-١) كيفية حدوث التوازن الدائم بين النواة الوليدة ^{234}Th ($t_{1/2} = 24.1 \text{ d}$)

و النواة الأم ^{238}U ($t_{1/2} = 4.47 \times 10^9 \text{ y}$) .

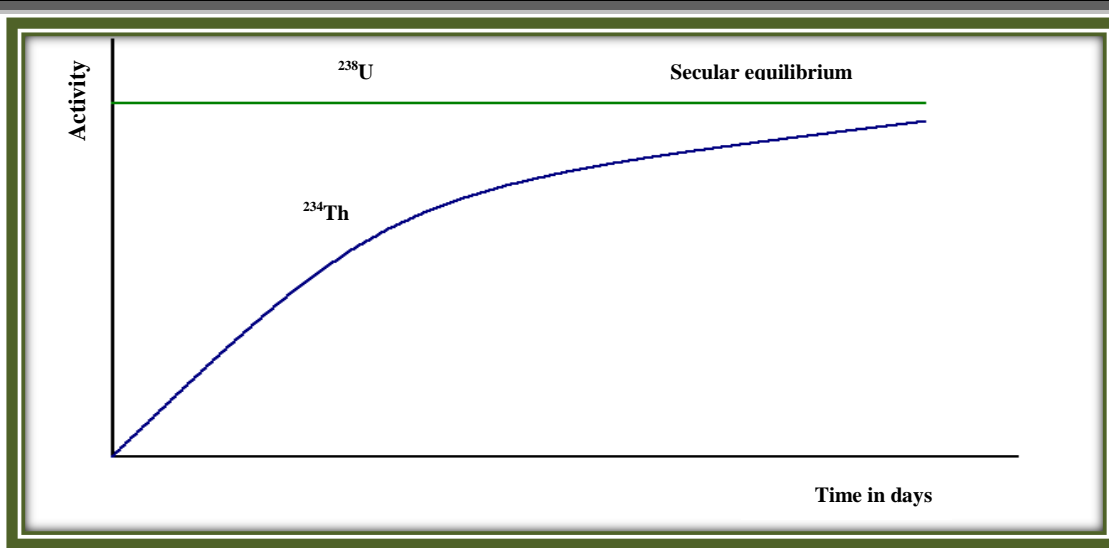
في حالة الاتزان الدائم في سلسلة اليورانيوم - 238 يكون تركيز اليورانيوم-238 مساوياً لتركيز

الراديوم-226 و بالتالي يكون مطابقاً للتركيز المحسوب من الطيف الجامي للنويدتين الرصاص-214

و البزموت-214 . و في حالة سلسلة الثوريوم-232 يكون التركيز المحسوب من الطيف الجامي

لنويدة الأكينيوم-228 ^{228}Ac مطابقاً لذلك المحسوب من الطيف الجامي لنويدتي البزموت-212

^{212}Bi و التاليوم-208 ^{208}Tl . (Paul , 1969)



شكل (٢-١) الاتزان الدائم بين النواة الأم و النواة الوليدة
Fig. (2-1) secular equilibrium between ^{238}U and ^{234}Th

٢-٣ تفاعل الفوتونات مع مادة الكاشف :

Interaction of photons with the detector material

يسقط الفوتون على مادة الكاشف و يتفاعل معه و بذلك يمكن عدّ تلك الفوتونات ، ويقصد بتفاعل الإشعاع مع المادة بأنه التأثير الذي يحدثه الإشعاع في المادة ، حيث تتفاعل الفوتونات مع مادة الكاشف من خلال امتصاصها (أي فقدانها لكل أو جزء من طاقتها خلال المادة) ، و يعتمد نوع التفاعل بين الفوتونات و مادة الكاشف على طاقة الفوتون و طبيعة مادة الكاشف. (Knoll , 1989)

فوتونات جاما تتفاعل مع مادة الكاشف بعدة طرق ثلاث تفاعلات منها فقط لها دور رئيس في القياسات الإشعاعية و هي :

٣٠ *The photoelectric effect*

٢-٣-١ التأثير الكهروضوئي :

يحدث هذا التفاعل في منطقة الطاقات المنخفضة ، فعند سقوط فوتون على مادة الكاشف فإنه يصطدم مع أحد الإلكترونات المقيدة في المدارات الداخلية و يعطيه كل طاقته و بالتالي يتحرر هذا الإلكترون من الذرة ، و عندما تكون طاقة فوتون أشعة جاما الساقط كبيرة مقارنة بالطاقة اللازمة لإزالة هذا الإلكترون من مداره فإن الطاقة الزائدة يأخذها الإلكترون المتحرر على شكل طاقة حركة و يسمى الإلكترون المتحرر بالإلكترون الكهروضوئي و تعطى طاقة حركته بالمعادلة : (الدغمة و جمعة ، 1417هـ ؛ داخل و آخرون ، 1996)

$$T_e = h\nu - E_B \quad (2 - 2)$$

$$\frac{1}{2} m v^2 = h\nu - E_B \quad (2 - 3)$$

حيث :

T_e : طاقة حركة الإلكترون الكهروضوئي المتحرر

h : ثابت بلانك

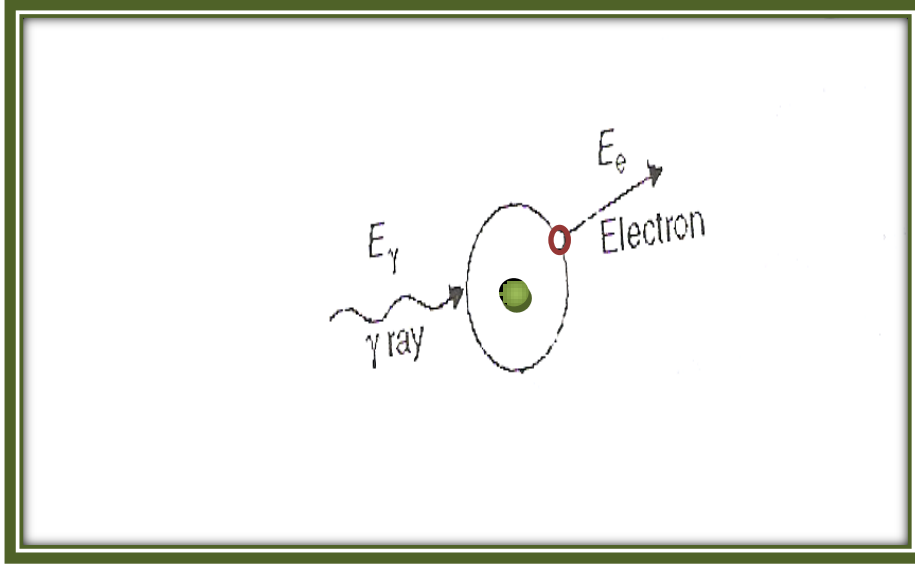
ν : تردد الفوتون الساقط

E_B : طاقة ربط الإلكترون بالمدار

و قد لوحظ أن احتمالية حدوث هذه الظاهرة تزداد طردياً كلما زاد العدد الذري Z للمادة ، أي

كلما زاد عدد الإلكترونات في الذرة التي تتفاعل معها فوتونات جاما . (حسن و كمون ، 1989)

و يوضح الشكل (٢-٢) كيفية حدوث ظاهرة التأثير الكهروضوئي



شكل (٢-٢) الظاهرة الكهروضوئية

Fig. (2-2) The photoelectric effect

Compton scattering

٢-٣-٢ تشتت كمبتون :

يحدث هذا التفاعل في منطقة الطاقات المتوسطة ، و هو عبارة عن تشتت مرن تتعرض له الفوتونات الساقطة و ذلك بواسطة إلكترون من الكتلونات الذرية الخارجية ضعيفة الارتباط أو بالإلكترون حر ، و نتيجة لهذا التفاعل يمتص أحد الكتلونات الذرية جزءاً من طاقة الفوتون الساقط ($h\nu$) و ليس كلها ، و ينبعث الإلكترون متخلصاً من ارتباطه بالذرة وينطلق بسرعة معينة ، بينما يتشتت الفوتون الساقط و ينحرف عن مساره الأصلي بزاوية (θ) و يتشتت بطاقة ($h\nu'$) .

(داخل و آخرون ، 1996 ; Knoll , 1989)

٣٢ بتطبيق قوانين حفظ الطاقة و كمية الحركة للمجموعة المكونة من الفوتون الساقط و الالكترن

الحر قبل و بعد التصادم فإن طاقة الفوتون المتشتت تعطى بالعلاقة :

$$h\nu' = \frac{h\nu}{1 + (\frac{h\nu}{m_0c^2})(1 - \cos \theta)} \quad (2 - 4)$$

حيث : $h\nu$: طاقة الفوتون الساقط

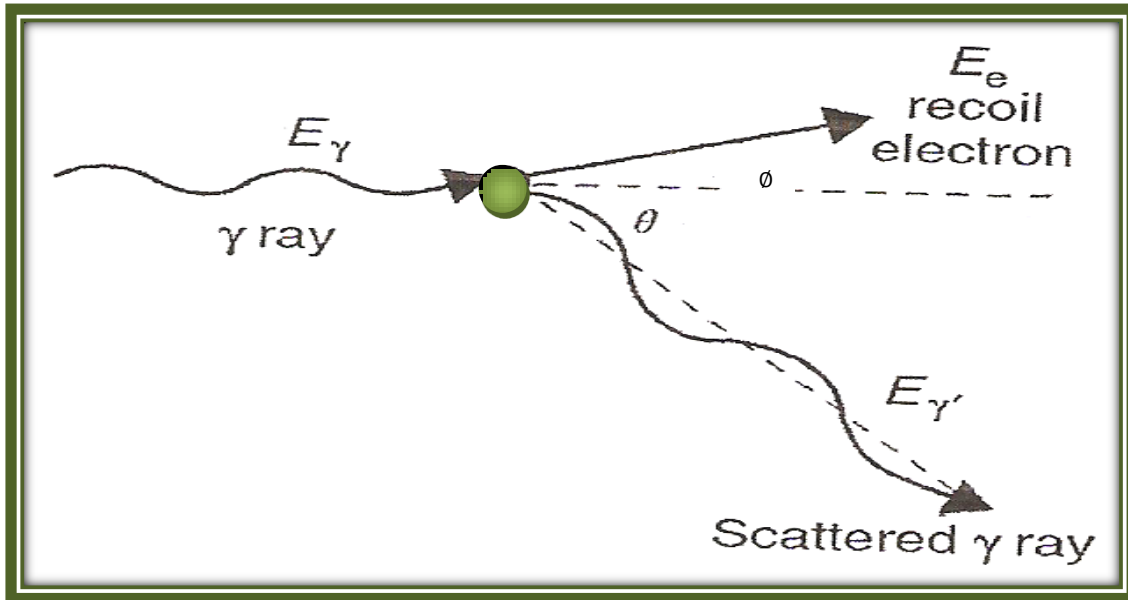
$h\nu'$: طاقة الفوتون المتشتت

m_0c^2 : طاقة السكون للالكترن

θ : زاوية تشتت الفوتون

إن احتمالية حدوث هذا التفاعل يزداد بزيادة العدد الذري Z للمادة و عكسياً مع طاقة الفوتون .

(حسن و كمون ، 1989) و يبين الشكل التالي حدوث تشتت كمبتون



شكل (٢-٣) تشتت كمبتون

Fig. (2-3) Compton effect

٢-٣-٣ إنتاج الأزواج :

٣٣ Pair production

في عملية إنتاج الأزواج تفقد أشعة جاما طاقتها بالكامل فتختفي و يظهر بدلاً منها زوج من الجسيمات المادية مكون من إلكترون e^- وبوزترون e^+ يتقاسم فرق الطاقة ، تعرف هذه العملية بعملية إنتاج الأزواج و تحدث عندما تكون طاقة الفوتون الساقط أكبر من ضعف طاقة السكون للإلكترون أو البوزترون ($h\nu > 2m_0c^2$) ، و تحقق هذه العملية قانون حفظ الشحنة و من قانون تحول الطاقة إلى كتلة فإن (داخل و آخرون ، 1996)

$$E = h\nu = 2m_0c^2 + Te^- + Te^+ \quad (2-5)$$

حيث :

$h\nu$: طاقة الفوتون الساقط (طاقة الأشعة الكهرومغناطيسية المتفاعلة)

$2m_0c^2$: مجموع طاقتي كتلة السكون لكل من الإلكترون و البوزترون

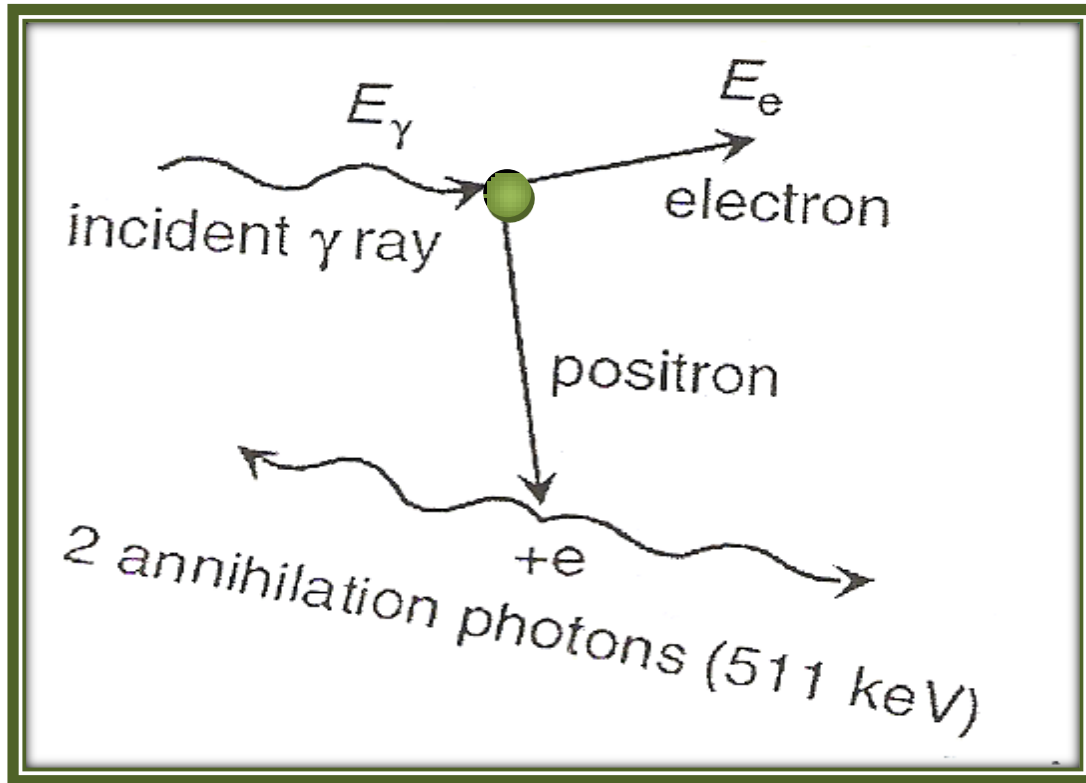
$$(2 \times 511keV = 2m_0c^2)$$

Te^-, Te^+ : الطاقة الحركية للإلكترون و البوزترون على التوالي . (داخل و آخرون ، 1996)

البوزترون الناتج غير مستقر فيتفاعل مع الكترون حر و يفنيا و يتكون بدلاً منهما فوتونين تبلغ طاقة كل واحد منهما 511 keV و يتحركان في اتجاهين متضادين .

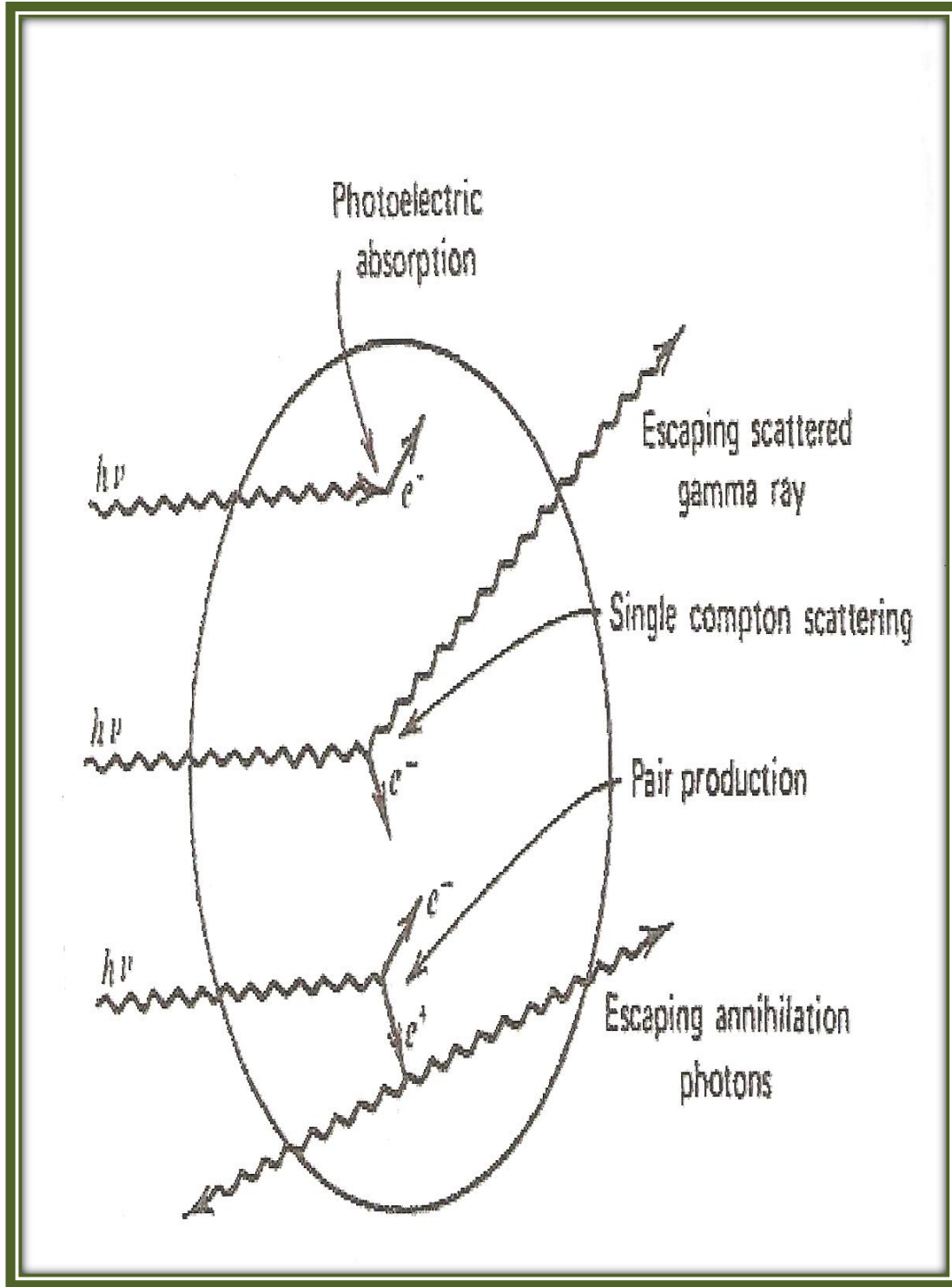
تزداد احتمالية هذا التفاعل طردياً مع مربع العدد الذري Z و مع طاقة أشعة جاما

الساقطة. (حسن و كمون ، 1989)



شكل (٢-٤) رسم توضيحي لعملية انتاج الزوج الالكتروني البوزيتروني ثم فناء البوزيترون

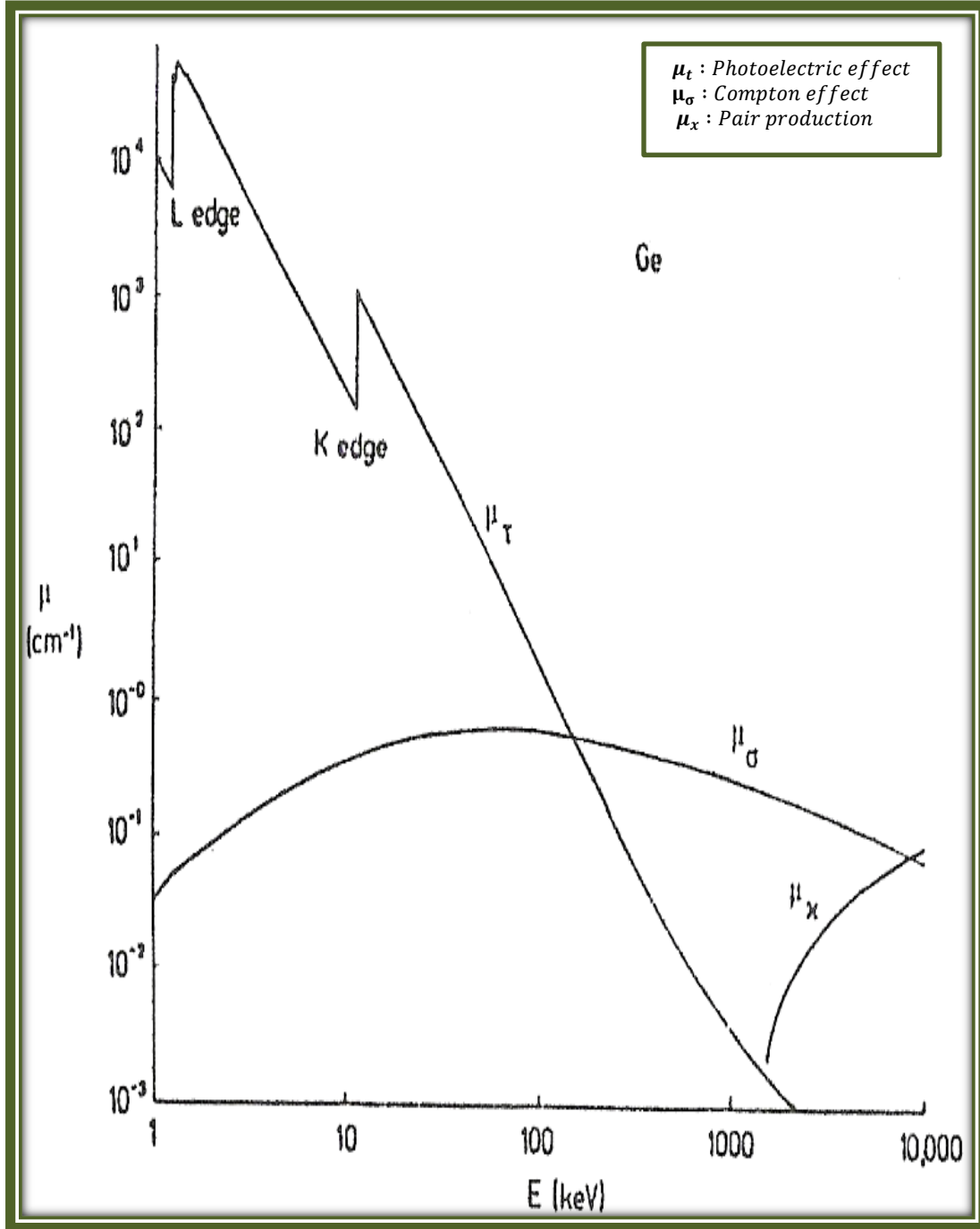
Fig. (2-4) pair production and annihilation



شكل (٢-٥) أهم تفاعلات الفوتون مع بلورة الكاشف

Fig. (2-5) The most important photon interactions with the detector crystal

و يبين الشكل (٦-٢) معاملات التوهين الخطي للفوتونات في بلورة الجرمانيوم (Debertin & Helmer , 1988)



شكل (٦-٢) معاملات التوهين الخطي للفوتونات في بلورة الجرمانيوم
Fig. (2-6) The linear attenuation coefficients of photons in the Ge crystal

٢-٤ كفاءة النظام :

Efficiency of the system

٣٧

جميع كواشف الإشعاع تنتج نبضة لكل كم من الإشعاع التي تفاعلت داخل الحجم النشط للكاشف ، بالنسبة للجسيمات المشحونة مثل جسيمات ألفا و جسيمات بيتا فإن التفاعل يحدث فور دخول الجسيم للحجم النشط من الكاشف و بعد المرور من جزء صغير من مدى هذا الجسيم ينتج عدداً من أزواج الأيونات التي تنتج نبضة كبيرة يمكن قياسها خلال مسار الجسيم ، لذلك غالباً ما يرصد الكاشف كل جسيم من جسيمات ألفا أو بيتا الساقطة أو التي تدخل إلى الحجم النشط من الكاشف و في هذه الحالة يقال أن الكاشف له كفاءة 100% نظرياً . (Knoll , 1989)

أما بالنسبة للإشعاعات الغير مشحونة مثل فوتونات جاما و أشعة إكس أو النيترونات فإنها لا بد أن تتفاعل في مادة الكاشف حتى يمكن عدّها ، و لأن هذه الإشعاعات من الممكن أن تنتقل لمسافات كبيرة بين التفاعلات فإن هذه الكواشف غالباً ما تقل كفاءتها عن 100% ، لذلك أصبح من الضروري أن تحدد كفاءة الكاشف بدقة لتعطي العلاقة بين عدد النبضات التي يتم عدّها إلى عدد النيترونات أو الفوتونات الساقطة على الكاشف أو الصادرة من المصدر في جميع الاتجاهات .

و تقسم كفاءة العدّ إلى ثلاث مجموعات:

Intrinsic efficiency

٢-٤-١ الكفاءة الذاتية للنظام ϵ_{int}

فتعرف بأنها :

عدد النبضات المسجلة بالكاشف عند الذروة لطاقة معينة

(2 - 6)

عدد الفوتونات الساقطة على سطح الكاشف عند نفس الطاقة

٢-٤-٢ الكفاءة النسبية للنظام ζ_{rel} : *Relative efficiency*

في التطبيقات العملية تحدد الكفاءة النسبية لكاشف الجرمانيوم عند الطاقة 1332 keV للكوبالت-60 بالنسبة المثوية من كفاءة بلورة (NaI(Tl)) التي أبعادها 3"×3" لنفس الطاقة عند مسافة 25cm بين المصدر و الكاشف .

ترتبط كفاءة بلورة الجرمانيوم بكفاءة كاشف يوديد الصوديوم بالمواصفات السابقة بالعلاقة

$$\equiv 100 \zeta_{tot} (Ge, 1332 / \zeta_{tot} (NaI(Tl), 1332) \quad (2 - 7)$$

منحنى الكفاءة النسبية هو منحنى بين الطاقة و النسبة بين عدد النبضات التي تم عدّها إلى عدد

النبضات الساقطة على الكاشف عند طاقة معينة. (Reilly *et al.* , 1991)

٢-٤-٣ الكفاءة المطلقة للنظام ζ_{abs} : *Absolute efficiency of the system*

و هي النسبة بين عدد الفوتونات التي يتم عدّها عند طاقة معينة إلى العدّ الكلي من الفوتونات

الصادرة من المصدر في جميع الاتجاهات عند هذه الطاقة. (Knoll , 1989)

الكفاءة المطلقة للكاشف لا تعتمد فقط على خواص الكاشف بل أيضاً تعتمد على تفاصيل

الشكل الهندسي للعدّ مثل المسافة بين المصدر المشع و الكاشف و كذلك معامل الامتصاص للفوتون في

المصدر و كذلك تعتمد على مادة الحاوي (المارينيلي) و مادة الكاشف و مادة غلاف الكاشف

و كذلك العينة المقاسة كما تعتمد على الزاوية المجسمة بين المصدر و الكاشف و كذلك على تصحيح ٣٩ معاملات الزمن .

لا توجد مشكلة كبيرة لحساب الكفاءة المطلقة لمصدر نقطي ، بينما يجب مراعاة كل هذه العوامل عند حساب الكفاءة المطلقة لمصدر حجمي .

تعرف الكفاءة المطلقة ζ_{abs} بأنها :

عدد النبضات المسجلة بالكاشف عند الذروة عند طاقة معينة

(2 - 8)

عدد الفوتونات الصادرة من المصدر في جميع الاتجاهات عند نفس الطاقة

و تكون العلاقة بين كلاً من الكفاءة المطلقة و الكفاءة الذاتية كالتالي :

$$\zeta_{abs} = \zeta_{int} \times 4\pi/\Omega \quad (2 - 9)$$

حيث Ω : الزاوية المجسمة بين الكاشف (البلورة) و المصدر المشع . (Knoll , 1989)

و قد أجريت أبحاث كثيرة لعمل برامج لحساب الكفاءة المطلقة لعينة مجسمة ، و بدلاً من إجراء حسابات مطولة و معقدة لتعيين هذه المعاملات فقد تم استخدام مواد معيارية في نفس الحجم الهندسي و مادة الوعاء المستخدم للعينات المقاسة لرسم منحى الكفاءة المطلقة للكاشف . (Abbas , 2001)

Resolution

٢-٥ قوة الفصل :

قوة الفصل لكاشف تقدر بقدرته على فصل ذروتين لهما طاقتين متقاربتين جداً و التي تميز طاقة

تعطى طاقة الفصل من العلاقة

$$R = \frac{\Delta E}{E_0} \quad (2 - 10)$$

حيث

E_0 : يمثل قيمة الطاقة عند الذروة (Knoll , 1989)

ΔE : العرض الكلي عند منتصف الارتفاع الكلي عند طاقة معينة Full Width at Half

Maximum (FWHM) وهذا العامل هو الذي يحدد قوة فصل الكاشف و عادة ما تحدد عند

الطاقة ^{57}Co 122 keV عند الطاقات المنخفضة و الطاقة ^{60}Co 1.332 MeV للطاقات أعلى

من 1MeV، و يعطى هذا العامل من العلاقة التالية :

$$\text{FWHM} = 2.35 \sigma \quad (2 - 11)$$

حيث σ الانحراف المعياري للقيمة ذات التوزيع الجاوسي ، حيث الطاقة للخط الجامي تتوزع على عدة

قنوات في المحلل و هذا التأثير يكون نتيجة عدة عوامل هي :

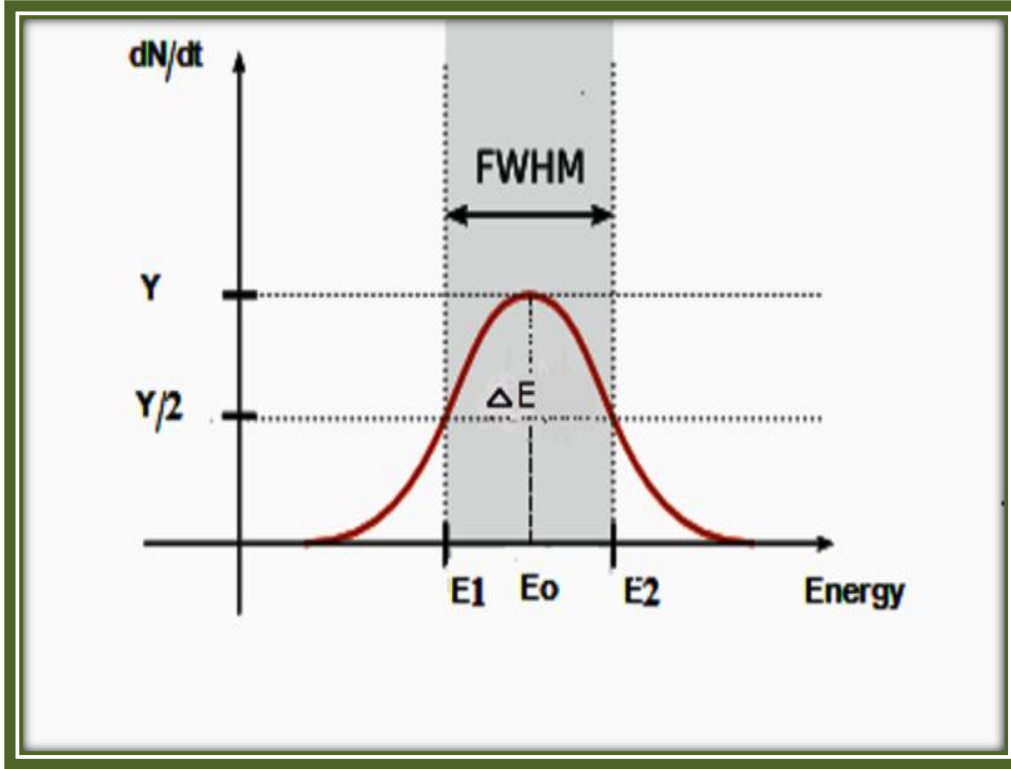
١- التغير الاحصائي في انتاج الشحنات في الكاشف.

٢- التشويش الالكتروني في مركبات عناصر الدائرة الكهربائية للعد .

٣- التغير في جمع الشحنات المتولدة نتيجة للتفاعلات . (Knoll , 1989)

يبين الشكل (٧-٢) منحنى العلاقة بين طاقة الجسيمات و معدل العد لطاقة محددة تبين قوة الفصل

و كذلك FWHM .



شكل (٧-٢) تعريف قوة الفصل في طيف الطاقة

Fig. (2-7) The resolution in gamma spectra

٢-٦ الدقة و التحديد و الخطأ : Accuracy , Precision & Error

الدقة هي المعيار لدرجة صحة النتائج ، التحديد هو المعيار للحصول على النتائج في يد المشغل أما

الخطأ فهو اختلاف القيمة المحسوبة عن القيمة الحقيقية ، لذلك فإن جميع الحسابات العملية يوجد بها

نسبة خطأ (Ibrahiem Aly , 2005).

Sources of error

٧-٢ مصادر الخطأ :

مصادر الخطأ في حساب التركيزات للطيف الجامي يعود لعدة عوامل :

- الخطأ العشوائي Random error .
- الخطأ المنظوم Systematic error .
- الخطأ العشوائي المصاحب للخلفية الاشعاعية .
- الخطأ في معايرة الجهاز و قوة فصل الكاشف و كذلك الخطأ الناتج من عدد الأزواج المتكونة و المتجمعة بواسطة الكاشف .
- الخطأ في عدّ العينة .
- الخطأ في حساب كتلة العينة .
- الخطأ في حساب النشاط الاشعاعي و زمن الاضمحلال للمصدر العياري ، حيث أن للاضمحلال طبيعة إحصائية .
- الخطأ في حسابات الكفاءة .
- الشكل الهندسي للعينة.
- الخطأ في حساب العدّ الكلي تحت الذروة .
- الخطأ في تقدير المساحة الكلية باختلاف الطاقة .
- الخطأ الناتج من عدم دقة الأجهزة المستخدمة في حساب الزمن .
- الأخطاء الناتجة من التغير في درجة الحرارة و الضغط و الرطوبة و مصدر الجهد .

(Baranwal , et al. , 2006)

٤٣ Limits of errors

٢-٨ حدود الخطأ :

يشمل حدود الخطأ النهاية العظمى و كذلك النهاية الصغرى التي تنحصر بينهما القيمة الصحيحة

، حساب الخطأ في المساحة (σ_1) يعطى بالعلاقة :

$$\sigma_1 = (\text{Error} / \text{Area}) \cdot A \quad (2 - 11)$$

حيث A هي النشاط الاشعاعي بالبيكريل محتوى العينة من هذا النظير المشع .

الخطأ الاحصائي (σ_2)

$$\sigma_2 = (\delta / \text{Area}) \cdot A \quad (2 - 13)$$

حيث δ هي الانحراف المعياري و تعطى من :

$$\delta = \sqrt{\text{Area}} \quad (2 - 14)$$

لتقليل الخطأ الاحصائي يزداد في زمن العد لأكثر من ست ساعات إلى 18 ساعة أو أكثر حسب النشاط الاشعاعي للعينة .

و الخطأ الكلي يحسب بطريقة أقل مجموع لمربعات الانحراف (Least square method) من

المعادلة التالية : (Ibrahiem Aly , 2005)

$$\sigma = \frac{\sum_{i=1}^n [(\sigma_i)^2]^{\frac{1}{2}}}{n} \quad (2 - 15)$$

٢-٩ مصادر الخلفية الإشعاعية في الطيف الجامي :

Sources of background in gamma spectrometry

يمكن تقسيم مصادر الخلفية الإشعاعية إلى خمس مجموعات :

- (١) الخلفية الإشعاعية الطبيعية من مواد الكاشف نفسه .
- (٢) الخلفية الإشعاعية الطبيعية من المركبات والأجهزة والدرع الإشعاعي و المجاورة للكاشف.
- (٣) الخلفية الإشعاعية من سطح الأرض Terrestrial Radiation، حوائط ومواد البناء في المعمل .
- (٤) الإشعاع من الهواء المحيط بالكاشف .
- (٥) الجسيمات الأولية والثانوية الناتجة من الأشعة الكونية . (Knoll , 1989)

٢-١٠ حساب أقل حد للعد : DL (Detection Limit)

في القياسات الجاميه ذات مستوى العد المنخفض من الضروري استعمال درع إشعاعي فعال لتقليل الأشعة الكونية و الإشعاع الأرضي . بملاحظه جميع الأنظمة ذات العد الإشعاعي المنخفض وجد أنها تسجل خلفيه إشعاعية منخفضة كما أن تفاعل الفوتونات مع المادة يؤدي إلى خلفيه من تشتت كمبتون سواء من العينة أو المصادر الخارجية في القياسات البيئية .

من الضروري تعيين الحد الأدنى للعد و قد قام (Semkow *et al.* , 2002) بحساب أقل حد للعد

DL (Detection Limit) من المعادلة:

$$\text{Detection Limit} = \sqrt{b} / (V * \zeta * Y * \sqrt{t}) \quad (2 - 16)$$

حيث:

b : معدل العد من الخلفية الاشعاعية عند طاقه معينه $b = \text{Net Area}/s$

V : حجم العينة أو كتلتها .

ζ : هي الكفاءة المطلقة للنظام عند هذه الطاقة .

Y : كفاءة الفصل الكيميائي (حيث انه لا يتم معالجه العينة كيميائيا ونضع $Y=1$)

t : زمن القياس .

الحصول على حد منخفض للقياس يحدث بزيادة حجم بلوره الجرمانيوم بالإضافة إلى تقليل الخلفية

الإشعاعية كذلك بزيادة حجم العينة و زمن القياس وقد أدخلنا في المعادلة نسبه التفرع لكل طاقه β

لتصبح المعادلة :

$$\text{Detection Limit} = \sqrt{b} / (V * \zeta * \beta * \sqrt{t}) \quad (2 - 17)$$

٢-١١-١١ التعرض الإشعاعي و الجرعة الإشعاعية :

Radiation exposure & radiation dose**Radiation exposure** ٢-١١-١١ التعرض الإشعاعي :

هي كمية تعبر عن مقدار التأين الحاصل في هواء من أشعة إكس أو جاما و هي تماثل قوه مجال كهربائي يتكون من شحنة نقطية ، و هذا التعريف يُعطى فقط لأشعة جاما و أشعه اكس و وحدته القديمة هي الرونتجن (Knoll , 1989) :

$$1R = 2.58 \times 10^{-4}C/kg \quad (2 - 20)$$

Absorbed dose ٢-١١-١٢ الجرعة الممتصة :

هي الطاقة الممتصة من نوع معين من الأشعة لوحده الكتلة من المادة و الوحدة القديمة هي الراد .

$$1 \text{ rad} = 100 \text{ erg/gm} \quad (2 - 21)$$

و لقد استبدلت وحده الراد بوحدة مكافئه من النظام العالمي بالجراي (Gy) gray (أحمد و السريع ، 1426 هـ)

$$1 \text{ Gy} = 100 \text{ rad} \quad (2 - 22)$$

٢-١١-٣ الجرعة المكافئة :

٤٧ *Equivalent Dose*

عندما يحسب تأثير الإشعاع على الأعضاء الحية فإن امتصاص قيمه معينه للطاقة لوحده الكتلة من الجسم تحت ظروف مختلفة للتعرض الإشعاعي ، لا تعطي نفس التأثير البيولوجي . التأثير يتغير إذا كانت الطاقة الممتصة من جسيمات مشحونة ثقيلة أو الالكترونات أو الفوتونات فالضرر الإحيائي الحادث يعتمد مباشرة على مسار الجسيم ، ويعرف بالانتقال الخطي للطاقة. كلما زاد مسار الجسيم داخل العضو كان الضرر اكبر. لذلك ادخل تعريف الجرعة المكافئة ليكون مناسباً للتأثير الإحيائي .

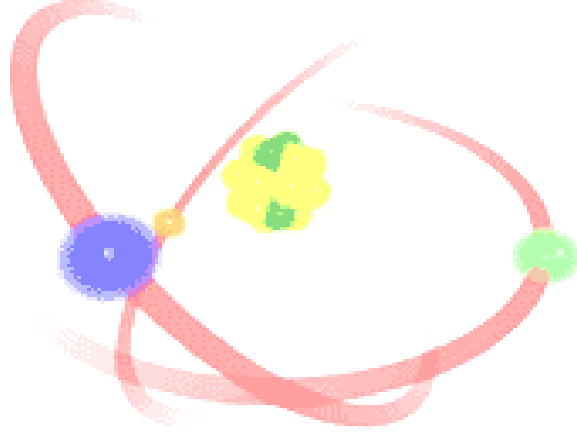
و تحدد الجرعة المكافئة H_T لعضو أو نسيج T من أنسجة الجسم البشري من العلاقة التالية :

$$H_T = \sum_R W_R D_{TR} \quad (2 - 23)$$

حيث : D_{TR} : الجرعة الممتصة من النوع المعين من الإشعاعات R في النسيج أو العضو المعين T .
و يتم جمع الجرعات المكافئة في النسيج المعين من الإشعاعات المختلفة للحصول على الجرعة المكافئة الكلية في هذا النسيج H_T .

تقاس الجرعة المكافئة في عضو أو نسيج بوحدة الرم (rem) في النظام القديم أو بوحدة السيفرت Sv (Sievert) في النظام المعياري الدولي . (أحمد و السريع ، 1426 هـ)

$$1 \text{ Sv} = 100 \text{ rem} \quad (2 - 24)$$



الفصل الثالث

التقنيات العملية

Experimental techniques

٣-التقنيات العملية

3-Experimental techniques

يشتمل هذا الفصل على الخطوات العملية التي تمت كجمع وتجهيز العينات و الأجهزة التي استخدمت كجهاز حيود الأشعة السينية و مطياف الامتصاص الذري و مطياف جاما المرتكز على بلورة الجرمانيوم فائق النقاوة و ملحقاته ، معايرة مطياف جاما للطاقات و كذلك معايرته بالنسبة للكفاءة المطلقة و حساب النشاط الإشعاعي و حساب تركيزات النظائر المشعة الطبيعية و الصناعية .

٣-١ جمع و تحضير العينات:

Sampling and sample preparation٣-١-١ مواقع جمع العينات : **Sampling sites**

تم جمع عشر عينات من التربة السطحية بالمدينة المنورة بين خطي العرض $24^{\circ} 22' 27''$ إلى $19^{\circ} 24' 33''$ شمالاً و خطي الطول $39^{\circ} 31' 36''$ إلى $39^{\circ} 43' 11''$ شرقاً . أبعاد القالب (template) المستخدم في جمع العينات هو $30 \times 30 \times 15$ cm ، تم اتباع الطرق المتبعة من اللجنة البريطانية

للأبحاث الإشعاعية و الرصد البيئي Radioactivity Research and Environmental Monitoring Committee (RADREM) .

الجدول (٣-١) يبين مواقع جمع العينات و حالتها من حيث أنها من طبقة سطحية لم يتم تقليصها أو تم

الشكل يوضح القالب الذي استخدم في جمع العينات



شكل (٣-١) القالب المستخدم في جمع العينات

Fig. (3-2) The template used for sampling

Sample Name	Sampling Method	Northing	Easting
SU - 1	<i>Disturbed</i>	24° 31' 31.0"	39° 43' 11"
SU - 2	<i>Un disturbed</i>	24° 32' 16.4"	39° 43' 11.6"
SU - 3	<i>Un disturbed</i>	24° 22' 27.0"	39° 35' 11.6"
SU - 4	<i>disturbed</i>	24° 25' 33.5"	39° 32' 52.0"
SU - 5	<i>disturbed</i>	24° 27' 27.7"	39° 31' 3.6"
SU - 6	<i>Disturbed</i>	24° 31' 37.7"	39° 40' 50.5"
SU - 7	<i>Un disturbed</i>	24° 31' 19.3"	39° 35' 27.0"
SU - 8	<i>Disturbed</i>	24° 29' 42.2"	39° 33' 55.6"
SU - 9	<i>Disturbed</i>	24° 27' 29.2"	39° 35'55.0"
SU - 10	<i>Disturbed</i>	24° 28' 3.9"	39° 36' 7.8"

جدول (٣-١) مواقع جمع العينات

Table (3-1) Sampling sites



٣-١-٢ تجهيز العينات :

٥٣ Sample preparation

١. تزال بقايا النباتات و الحشائش وكذلك الصخور من التربة ثم تطحن .
٢. تنخل بمنخل (1 مم × 1 مم) و يتم تقليبها حتى تتجانس.
٣. تخفف العينة إلى 80 درجة مئوية حتى لا يتطاير البولونيوم (طبيعي) و كذلك السيزيوم (صنعي) إن وجد.
٤. تؤخذ عينة بحجم 640 cc و تحسب كتلتها ، و تعبأ في وعاء مارينيلي من البولي ايثيلين خاص بالقياسات الجامية.
٥. يتم إحكام إغلاق الحاوي و يُخزن لمدة أربعة أشهر حتى يحدث اتران إشعاعي دائم بين ^{238}U ، وكذلك ^{232}Th و نويداتهما الوليدة.
٦. تم اخذ عشر جرامات من كل عينة جافة لتحليلها باستخدام جهاز الامتصاص الذري (Atomic Absorption Spectrometer) لتعيين تركيزات نظائري الألومنيوم Al و الحديد Fe و الكالسيوم Ca و الرصاص Pb و الزرنيخ As .
٧. تم اخذ عشر جرامات من كل عينة جافة لتحليلها باستخدام جهاز X-ray diffraction وذلك لتحديد أنواع المعادن في التربة وكذلك تركيبها الكيميائي .

٣-٢ مطياف الامتصاص الذري :

The atomic Absorption Spectrometers

الجهاز المستخدم من شركة بيركن إلر موديل A Analyst 700 .

في طريقة الامتصاص الذري (atomic absorption spectrometry) تحول المادة إلى ذرات في الحالة الغازية عن طريق تمرير محلولها إلى اللهب وذلك نظراً لأنه يمكن إنتاج ذرات حرة في محلول . وما ينبغي الإشارة إليه أنه حتى بالنسبة للعناصر السهلة الإثارة فإن جزء بسيط فقط لا يتجاوز 5% من الذرات الموجودة في اللهب يثار بواسطة حرارة اللهب ، أما السواد الأعظم من الذرات فيوجد في الحالة المستقرة ، لذا فعند تسليط حزمة من الأشعة على هذه الذرات المستقرة والموجودة في اللهب فإن جزءاً من الأشعة المسلطة سوف يمتص من قبل هذه الذرات المستقرة وكمية الأشعة الممتصة تتناسب طردياً مع تركيز المادة في المحلول وهذا هو أساس طريقة الامتصاص الذري.

يتكون مطياف الامتصاص الذري من:

١- مصدر خطي لإصدار الأشعة.

٢- وسيله لتحويل المادة إلى ذرات حرة باستخدام لهب مولد كهربائي (بلازما تكون درجة حرارتها عالية جداً) و تسمى الطريقة التي تستخدم فيها البلازما بالانبعاث البلازمي المستحث

(Inductively Coupled Plasma) واختصاراً (ICP) وهو من النوع OPTIMA 4000

DV Series من Perkin Elmer.

٣- موحد طول الموجة ، وذلك لفصل خط الرنين المطلوب.

- ٥٥ ٤- تستخدم الخلية الضوئية المضاعفة في الغالب كمقدر، كما تكبر استجابة المقدر بالاستعانة بمكبر ومن ثم تعرض هذه الاستجابة على آلة عرض مناسبة والتي قد تكون مسجل أو مقياس مدرج أو رقمي بالإضافة إلى طابعة .

٣-٣ مطياف حيود الأشعة السينية : (X-Ray Diffraction)

استخدم مطياف حيود الأشعة السينية لتحديد التركيب المعدني و التركيب الكيميائي للعينات و هي طريقة لا إتلافية (nondestructive) ، حيود أشعة X هي التقنية الأهم كما في تحليل الطيف الجامي في طرق التحليل الإتلافية حيث تحتفظ العينة بخواصها الطبيعية الفيزيائية و الكيميائية ، و تستخدم أشعة X للتعرف و دراسة المعادن و شكل البلورات في الحالة الصلبة حيث أن الطول الموجي لأشعة X في الحدود ما بين (0.1-10nm) و هي في نفس حدود المسافة بين الذرات في البلورة . حيود أشعة X يعطي الشكل العميق للتركيب و الحالة البلورية (التركيب البلوري) للمواد و كذلك خواصها و قد تم التحليل بجهاز من نوع Burker X-RD D8 Advance ، مخزن في هذا الجهاز عشرة آلاف طيف لمواد مختلفة .

٥٦ ٣-٤ المطياف الجامي المرتكز على بلورة الجرمانيوم فائق النقاوة :

Gamma Spectrometer based on hyper pure Germanium crystal

تتفاعل الفوتونات مع بلورة الكاشف بتفاعلات مختلفة ، أهمها بالنسبة للقياسات الجامية التأثير

الكهروضوئي و يتم عدّ الالكترونات الناتجة بمطياف جاما الذي يتكون من : (Knoll , 1989)

HP Ge detector ٣-٤-١ كاشف الجرمانيوم فائق النقاوة :

منطقة الفجوة (gap band) في الجرمانيوم صغيرة و تبلغ حوالي (0.7 eV) تبرد البلورة لتقليل

التيار المتسرب (leakage current) . و للحفاظ على قوة الفصل العالية للطاقات تبرد البلورة لدرجة

(77 °K) و هي درجة النيتروجين السائل و ذلك باستخدام خزان معزول للنيتروجين السائل ، كذلك

توضع البلورة بغرفة مفرغة من الهواء مع وجود نافذة ضيقة و رقيقة بجوار البلورة لمنع امتصاص فوتونات

جاما قبل وصولها للبلورة . الكريوستات من الممكن أن يكون وضعه أفقياً أو رأسياً و ذلك حسب

الحاجز الاشعاعي المناسب للتطبيقات المطلوبة . والبلورة المستخدمة من الجرمانيوم فائق النقاوة من

النوع الرأسى ، موديل (Canberra Model GC2520) ، و موديل الكريوستات (Canberra

Model 7500SL) ، و قطر البلورة 61 mm و طولها 43 mm و المسافة بين النافذة و الغلاف

. 5 mm

العرض الكلي عند نصف الارتفاع (FWHM) يكون 1.06 keV للطاقة 122 keV

للكوبالت 57 و يكون العرض الكلي عند نصف الارتفاع 2.0 keV للكوبالت 60 للطاقة keV

1332 ، نسبة الذروة للكمبتون (Peak / Compton 53: 1) ، و الكفاءة النسبية لها % 27.1 .

٣-٤-٢ صندوق الأنظمة النسقي : *NIM-Bin and Power Supply* ٥٧

استخدم مصدر جهد (ORTEC NIM-Bin & Power Supply 4000D) و صندوق الأنظمة النسقية يعطي جهد ($\pm 6V$, $\pm 12V$, $\pm 24V$) و ذلك لتغذية المكبر الخطي (الطيبي) و مصدر الجهد العالي .

٣-٤-٣ المكبر الابتدائي : *Preamplifier*

معظم المكبرات الابتدائية لا يضبط لها الكسب (gain) خارجياً لذلك فعناصر ضبط الكسب و شكل النبضة موجودين في المكبر الابتدائي و ذلك لافتقاده وسائل الضبط الخارجية ، فحجمه صغير و يتواجد داخل الغلاف المحيط بالبلورة أيضاً ، كذلك لتأثير ترانزستور الأثر الحثي (FET) Field Effect Transistor . فجزء منه يوجد ملاصقاً للبلورة في نفس الحيز المفرغ من الهواء و تحت درجة النيتروجين السائل ، كما أن للمكبر الابتدائي مقاومة داخلية عالية و نسبة تشويش منخفضة و مهمته نقل النبضة الالكترونية المتكونة إلى المكبر الخطي ، المكبر الابتدائي المستخدم من النوع (Canberra Model 2002CSL) .

٣-٤-٤ المكبر الخطي (الطيبي) : *Spectroscopy amplifier*

المكبر الطيبي المستخدم من النوع (Canberra Model 2022) يستقبل نبضات سالبة أو موجبة أو مزدوجة القطبية من المكبر الأولي بسعة 100 mV/MeV ، و يعطي نبضة خطية لها الشكل

٥٨ الجاوسي بسعة من 9V إلى حد أقصى 12V ، تنتقل النبضة المكبرة إلى محلل النبضات متعدد القنوات و حسب مواصفات النبضات الداخلة إلى دائرة محول النبضات حيث تتحول إلى نبضات رقمية (ADC) (Analog to Digital-Converter) .

المكبر الطيفي يكبر نبضات فوتونات جاما ، كذلك يضبط شكل النبضة لتتوافق مع المحلل المتعدد القنوات التالي للمكبر . ينقل المكبر النبضات ذات الجهد المنخفض من المكبر الابتدائي و يكبرها لمدى من الصفر إلى اثني عشر فولتات ، في معظم المكبرات يكون التكبير غير خطي للنبضات ذات السعة أكبر من عشرة فولتات ، جهد التشبع (Saturation voltage) يصل إلى 12V ، الكواشف ذات قوة الفصل العالية تحتاج إلى دوائر تفاضلية لحذف الترددات المنخفضة و دوائر تكاملية لحذف الترددات الأعلى من المطلوب و ذلك للتحكم في شكل النبضة . (Knoll , 1989)

٣-٤-٥ مصدر جهد عالي : *HV Power Supply*

تتم تغذية الكاشف بجهد عالي ، حيث تم استخدام النوع

(Canberra Model 3106D High Voltage Power Supply

(0 to ± 6 KV) and 300 μ A/dc Output)

٣-٤-٦ المحلل متعدد القنوات : *Multi-Channel Analyzer*

يحتوي على محلل لارتفاع النبضة . تجمع النبضات القادمة من المكبر الطيفي لبناء طيف لارتفاع

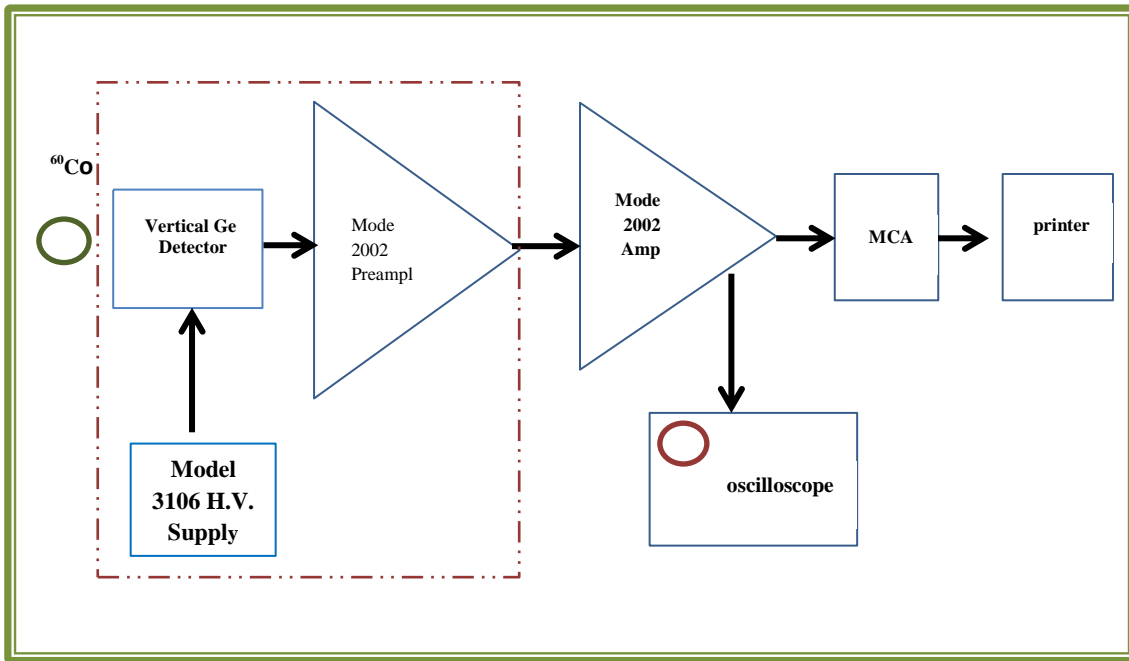
٥٩ الناتج من الكاشف . يركز عمله على مبدأ تحويل النبضة إلى رقم (ADC - Analog to Digital)

(Converter) . الخارج من ADC يخزن في حاسب ذا ذاكرة لها عدد من القنوات عددها دالة أسية

للرقم 2 من 1029 إلى 16384 (116 K) و المستخدم في هذا العمل 8K channel .

يستخدم برنامج Genie 2000 الملحق بالمحلل المتعدد القنوات لتسجيل و تحليل الطيف الجامي .

و الشكل التالي يوضح دائرة قياس نظام كاشف الجرمانيوم فائق النقاوة



شكل (٣-٣) دائرة قياس كاشف الجرمانيوم

Fig. (3-3) Gamma spectrometer system , (CANBERRA DOC. No.: DPF-009)



Fig. (3-4) Shows the used **HP Ge** γ -spectrometer system.

1. N_2 Dewar , 2. Crystal , 3. Oscilloscope , 4. HP-power supply , 5. Amplifier , 6. NIM BIN , 7. Un perturbed power supply , 8. Print , 9. Multi-channel analyzer , 10. Screen .

تأوة

شاشة

٣-٥ إعداد مطياف جاما للقياس :

Preparation of the system to measurements

٣-٥-١ معايره مطياف جاما للطاقات :

Energy calibration of the(HP Ge) gamma spectrometer

تم استخدام مصادر نقطية من Cs-137 للطاقة (661.65 keV) و Co-60 للطاقتين (1332.47, 1173.21 keV) و مصدر Ra-226 للطاقات (295.2, 352.9 keV) لمعايرة المطياف للطاقات وشكل القمة (peak shape) .

تم المعايرة يومياً مرة أو أكثر حيث أن العلاقة ليست خطية تماماً ، يختار للمعايرة خمس طاقات تختار من الجدول (٣-٢) الذي يبين النويدات و الطاقات التي استخدمت لمعايرة مطياف جاما للطاقة و الكفاءة المطلقة .

٣-٥-٢ معايرة النظام للكفاءة المطلقة :

Absolute efficiency calibration of the system

تم معايرة الكفاءة النسبية و ذلك باستخدام مصدر نقطي من الراديوم-226 في المدى من 186 keV إلى 2447 keV ، الشكل (٣-٥) يبين الطيف الجامي للمصدر النقطي الراديوم-226 ، و الشكل (٣-٦) يبين منحنى الكفاءة النسبية للكاشف باستخدام المصدر النقطي الراديوم-226 على مسافة 4 cm من سطح الكاشف .

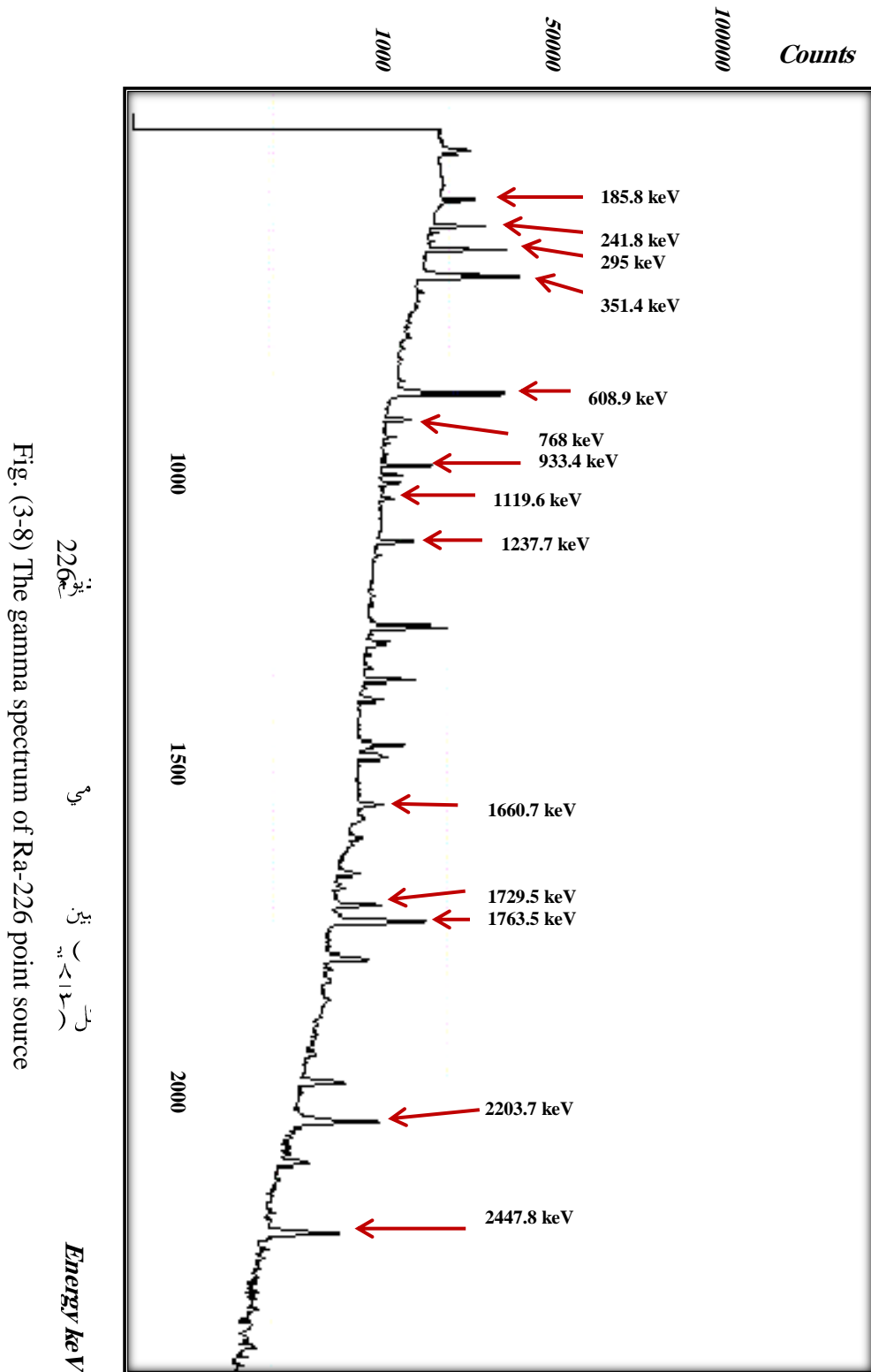
٦٢ تم استخدام مصادر معيارية من الأوربيوم-152 المذاب في ماء في أوعية مارينيلي من البولي ايثلين بحجم 640 cc المستخدمة في القياسات الجامية و ذلك لمعايرة الكفاءة المطلقة ، النشاط الإشعاعي للمصدر العياري المستخدم في سنة التحضير (2006/11/31) كان 449.84 Bq و أصبح 362.69 Bq في (2010/12/28) و ذلك لدى الطاقة من 121 keV إلى 1408.02 keV (Castro et al., 2002).

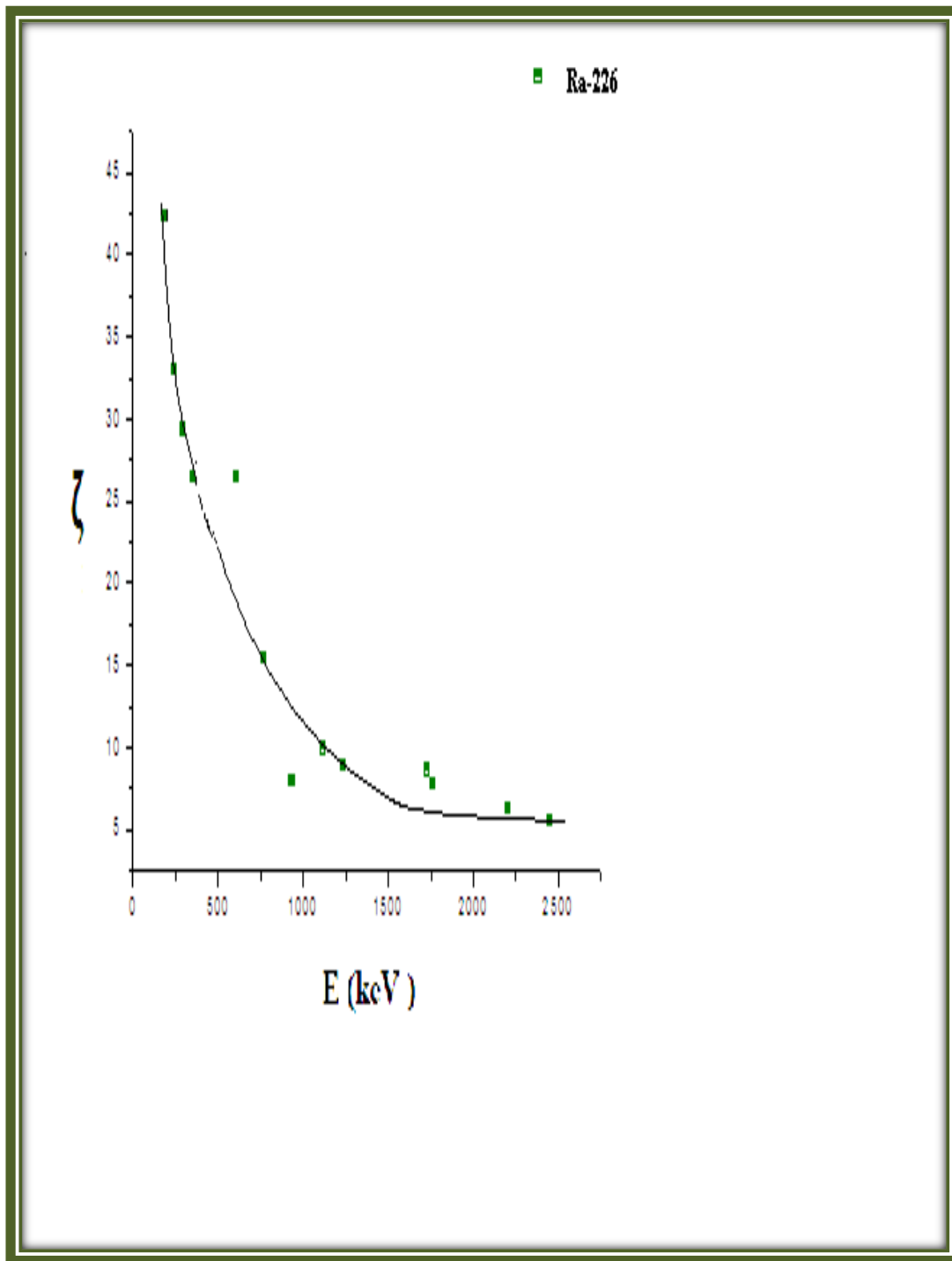
كما تمت المعايرة باستخدام كلوريد البوتاسيوم الطبيعي المذاب في الماء بثلاث تركيزات مختلفة في أوعية المارينيلي المستخدمة في القياسات للطاقة 1460 keV ، الشكل (٣-٧) يبين الطيف الجامي للأوربيوم-152 ، و الشكل (٣-٨) يبين منحنى الكفاءة المطلقة منحنى الكفاءة المطلقة للحجم 640cc باستخدام مصدري الأوربيوم-152 و البوتاسيوم الطبيعي .

Nuclei	T _{1/2}	Decay mode	Daughter	Energy keV	I _γ /disintegration
Eu-152	12.4 y	β ⁺ , EC	Sm-152	121.78	0.2862
				964	0.144
				1085	0.1008
				1212	0.01414
				1408.02	0.2030
		β ⁻	Gd-152	344.3	0.2671
				411.1	0.0225
				778.9	0.1354
				1089.7	0.01817
				1299.1	0.01685
K-40	1.28x10 ⁹ y	Ec, β ⁺ β ⁻	Ar-40	1460.8	0.11
			Ca-40		
Ra-226 series	1559 y				
	3.823 d	α	Rn-222	186.6	0.033
	26.9 min	β ⁻	Pb-214	295.2	0.201
				351.9	0.383
	19.7 min	β ⁻	Bi-214	241.9	0.078
				609.31	0.499
				665.4	0.016
				768.4	0.060
				934.1	0.047
				1120.3	0.162
				1238.1	0.064
				1377.6	0.043
				1408.0	0.026
				1509.2	0.033
				1729.6	0.030
				1764.5	0.160
				2204.1	0.050
				2247.9	0.010
Cs-137	30.17 y	β ⁻	Ba-137m	661.65	0.850
Co-60	5.2719 y	β ⁻	Ni-60	1173.21	1.0
		β ⁻	Ni-60	1332.47	1.0

جدول (٣-٢) يبين النظائر و الطاقات التي أستخدمت لمعايرة مطياف جاما للطاقة و الكفاءة المطلقة

Table (3-2) Represents isotopes & energies used for energy & absolute efficiency calibration of the gamma spectrometer





شكل (٣-٥) يبين منحنى الكفاءة النسبية للكاشف باستخدام مصدر نقطي من الراديوم-226 على مسافة 4 cm من سطح الكاشف

Fig. (3-5) Shows the relative efficiency curve using a Ra-226 point source at 4 cm from the surface of the detector

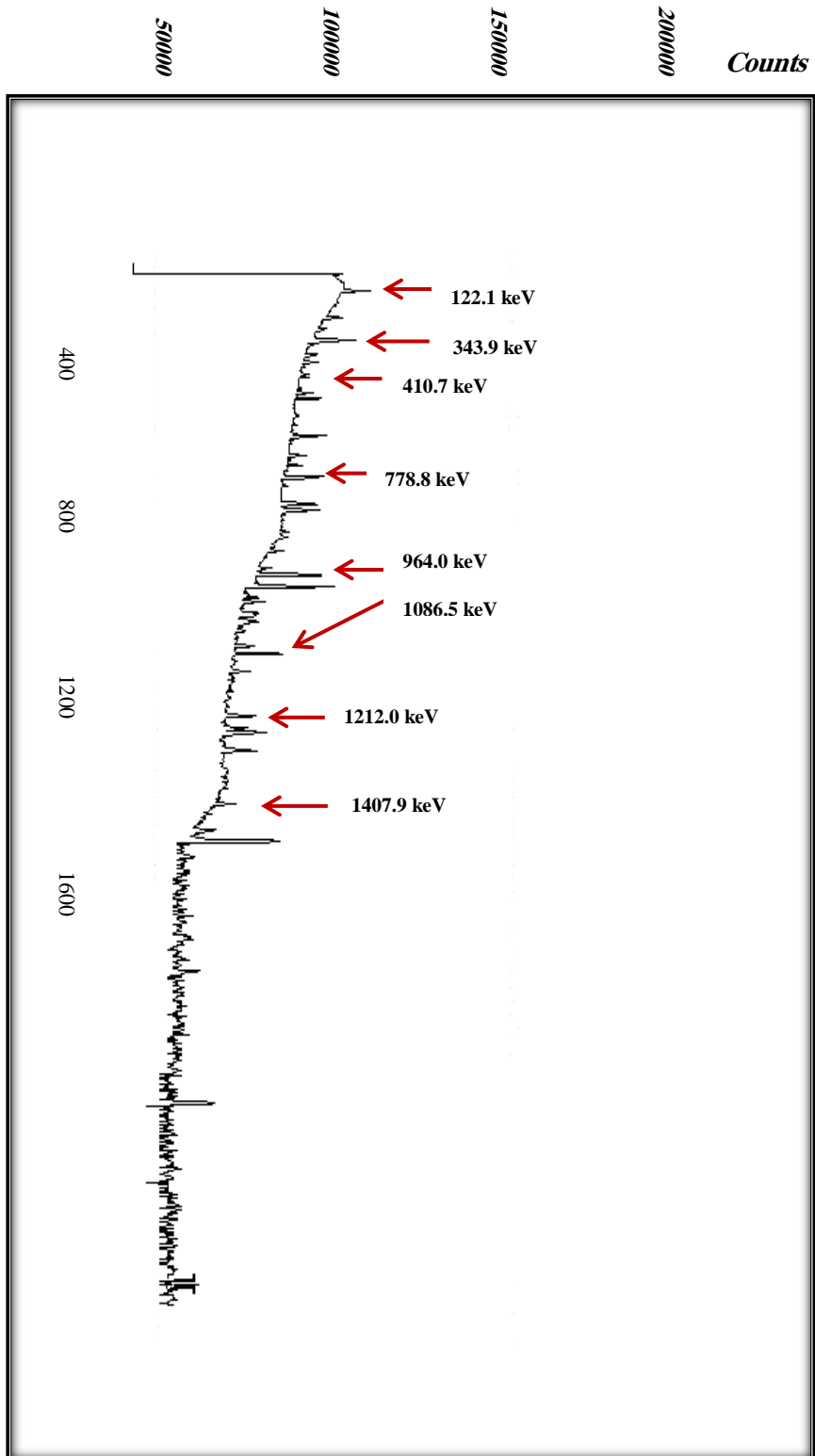
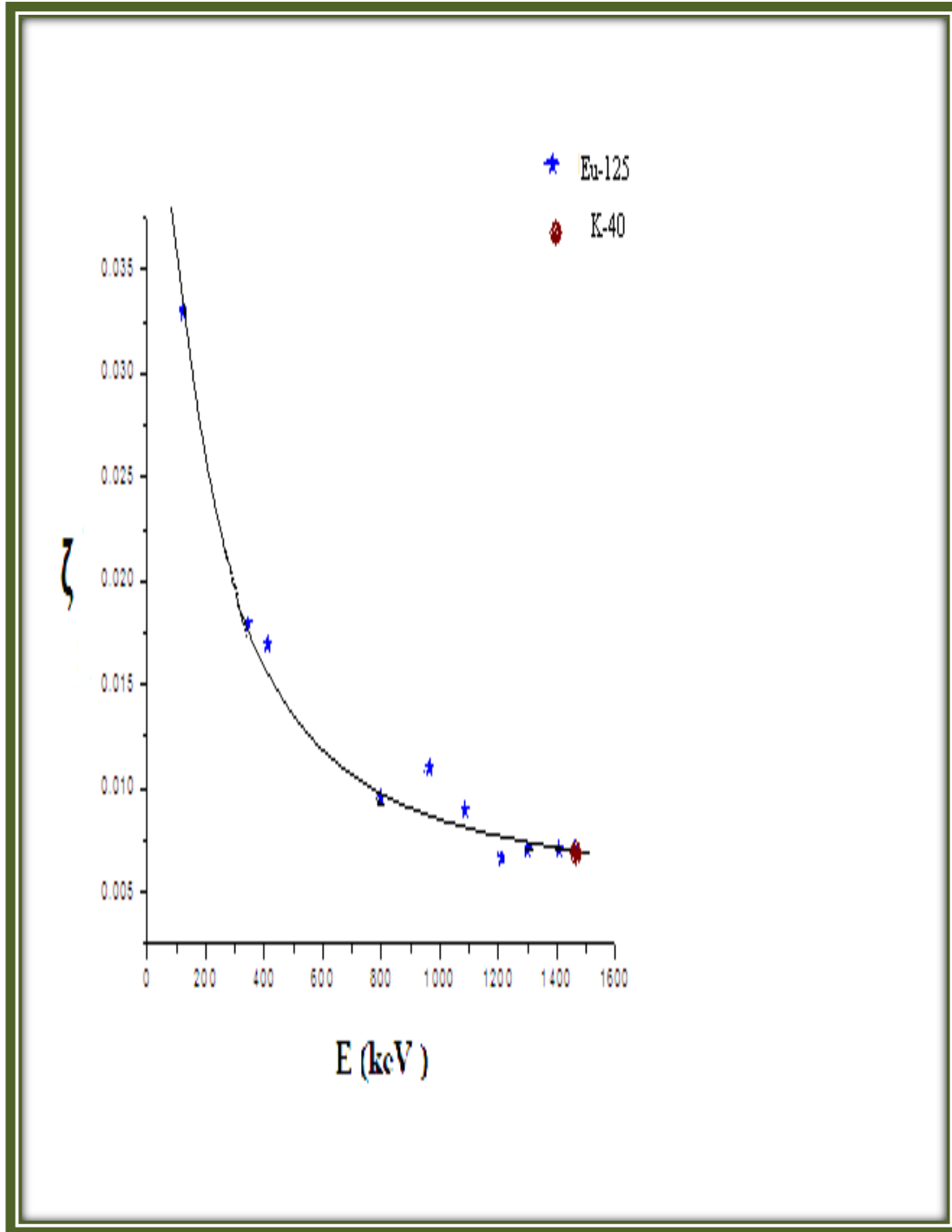


Fig. (3-8) The gamma spectrum for the standard Eu-152 source



شكل (٧-٣) يبين منحنى الكفاءة المطلقة للكاشف لوعاء المارينيلي ذو حجم 640 cc باستخدام مصادر الأوربيوم-152 و كلوريد البوتاسيوم الطبيعي لدى الطاقة من 344.3 keV إلى 1460.8 keV .

Fig. (3-7) Represents the absolute efficiency curve for the 640 cc Marenilli beaker configuration using Eu-152 and natural KCl sources

٣-٦ حساب النشاط الإشعاعي :

Concentration calculation of the radioactivity

لحساب النشاط الإشعاعي لجرام واحد من البوتاسيوم الطبيعي

١- تحسب عدد ذرات البوتاسيوم -40 في الجرام الواحد من البوتاسيوم الطبيعي من العلاقة :

$$N_0 = \frac{A_0}{M} B \quad (3-1)$$

حيث

N_0 : عدد ذرات البوتاسيوم-40

A_0 : عدد افوجادرو

M : الوزن الجزيئي الجرامي للبوتاسيوم الطبيعي

B : نسبة الوفرة للبوتاسيوم-40 في البوتاسيوم الطبيعي .

٢- يحسب النشاط الإشعاعي لواحد جرام من البوتاسيوم الطبيعي من العلاقة :

$$A = \lambda N_0 = \frac{\ln 2}{t_{\frac{1}{2}}} N_0 Bq \quad (3-2)$$

حيث :

λ : ثابت الاضمحلال للبوتاسيوم-40.

$t_{\frac{1}{2}}$: عمر النصف بالثانية .

٦٩ ٣- يحسب عدد الفوتونات المنبعثة N من 1 جرام من البوتاسيوم الطبيعي للطاقة 1460 keV

من العلاقة :

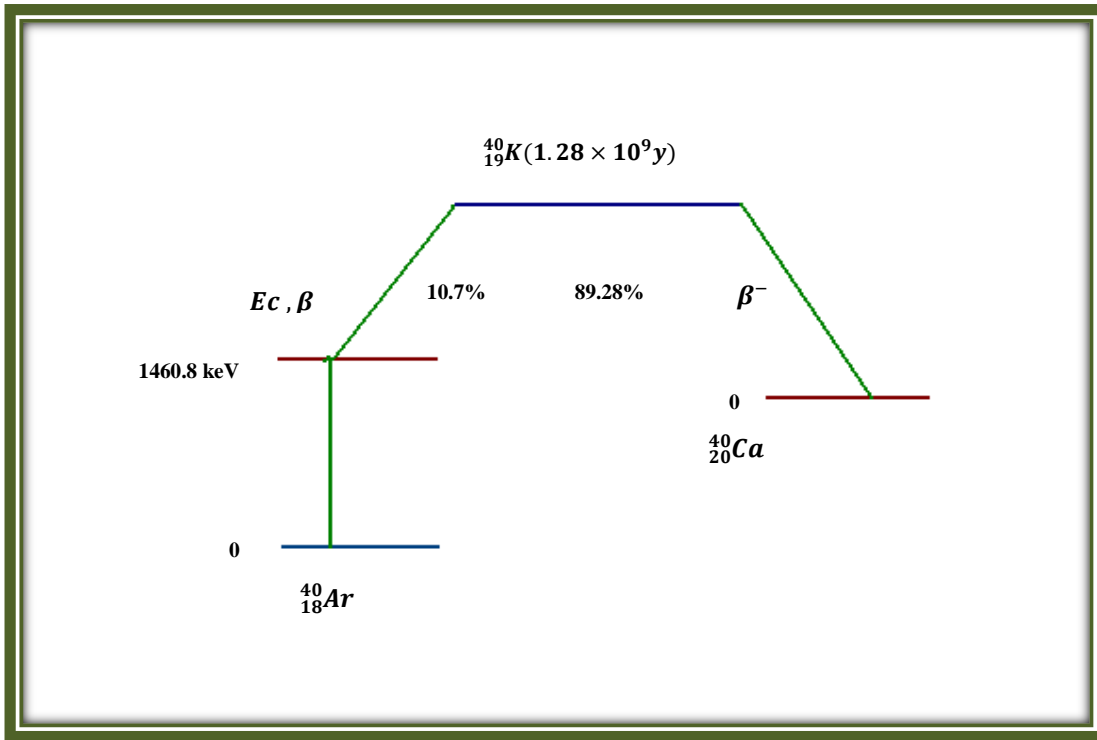
$$N = \beta A$$

حيث

A : النشاط الإشعاعي .

β : نسبة التفرع لانتقال جاما (1460.8 keV) .

نجد أن جرام واحد من البوتاسيوم الطبيعي يكافئ 29.6 Bq من ^{40}K و الشكل (٩-٣) يوضح مخطط الانحلال لنواة ^{40}K .



شكل (٩-٣) مخطط انحلال نواة البوتاسيوم-40

Fig. (3-9)The decay scheme of the ^{40}K Nuclei

و لإيجاد النشاط الإشعاعي لواحد جرام من ^{232}Th نستخدم نفس المعادلات السابقة بالتعويض عن ٧٠ الوزن الجزيئي و عمر النصف للثوريوم-232 و نسبة وفرته تساوي تقريباً % 100، نجد أن واحد جرام من ^{232}Th يكافئ 4.07 Bq .

و بالمثل النشاط الإشعاعي لواحد جرام من اليورانيوم-238 و ذلك باستخدام المعادلات السابقة مع التعويض عن الوزن الجزيئي و عمر النصف لليورانيوم-238 و نسبة وفرته % 99.27 ، و واحد جرام من اليورانيوم يكافئ 12.34 Bq من اليورانيوم ^{238}U .

٣-٧ حساب تركيزات النظائر المشعة الطبيعية و الصناعية :

Concentrations of natural and man-made isotopes

١- يتم قياس الخلفية الاشعاعية لمارينلي فارغ من نفس مادة و نوع المارينلي المستخدم في

القياسات لمدة 24 ساعة و يحسب العد لكل ثانية عند كل طاقة للنويدات .

٢- تحليل العينات ما بين 8 إلى 24 ساعة لكل عينة حسب الحاجة و ذلك يعتمد على النشاط

الاشعاعي للعينة ، ثم يتم طرح عد الخلفية الاشعاعية من عد العينة .

٣- لحساب تركيز سلسلة ^{226}Ra - ^{238}U تؤخذ طاقات اضمحلال نواة البروتكتينيوم $^{234\text{m}}\text{Pa}$

لحساب تركيز اليورانيوم-238 عند الطاقة 1001 keV ، و من اضمحلال نواتي

الرصاص-214 ^{214}Pb (295.2, 352.9 keV) و البزموت-214 ^{214}Bi (609.3 ,)

1764.5 , 1120.3 keV) يحسب تركيز سلسلة ^{226}Ra ، يلاحظ أحياناً أن النشاط

٧١ الاشعاعي لليورانيوم-238 لا يكون مساوياً للنشاط الاشعاعي للراديوم-226 و ذلك

لاحتمال حدوث كسر في السلسلة الاشعاعية .

تركيز سلسلة ^{232}Th يحسب من طاقات اضمحلال نواتي الأكتينيوم-228 ^{228}Ac

(968.9 + 964.6 , 338.4 , 911.1keV) و البزموت-212 ^{212}Bi (727.2 keV)

و نواة التاليوم-208 ^{208}Tl (860.4 , 583.1 , 2615 keV) .

تركيز البوتاسيوم-40 ^{40}K يحسب من الطاقة 1460.8 keV التالية لاضمحلال ^{40}K

بالآسر الالكتروني.

و لحساب تركيز السيزيوم-137 ^{137}Cs يحسب من الطاقة 661.65 keV التالية

لاضمحلال نواة الباريوم-137م $^{137\text{m}}\text{Ba}$.

٤- يتم حساب التركيز بالبيكريل لكل كيلو جرام من الوزن الجاف بحيث يؤخذ متوسط

التركيز من عدة طاقات للنوييدة الواحدة أو عدة نويدات في السلسلة الواحدة .

حيث يتم حساب النشاط الاشعاعي أولاً من العلاقة

$$A = \frac{\text{Net area} / \text{sec}}{\zeta \times \beta} \quad Bq \quad (3 - 3)$$

حيث

A : النشاط الاشعاعي لطاقة معينة بالبيكريل

Net area / sec : صافي العد لنفس الطاقة بالنسبة للزمن

ج : الكفاءة المطلقة لنفس الطاقة

β : نسبة التفرع لتلك الطاقة

ثم يتم حساب التركيز بقسمة النشاط الاشعاعي على الكتلة

$$concentration = \frac{A}{M} \quad Bq/kg \quad (3 - 4)$$

حيث

M : كتلة العينة بالكيلوجرام

٥- يحسب الخطأ المنظوم و الخطأ العشوائي بطريقة أقل مجموع لمربعات الانحراف (Least

square method) .

٦- يحول التركيز للنظائر المشعة إلى مكافئ الراديوم بالبيكريل /كجم للوزن الجاف و هو

محصلة الاشعاعات سواء الصادرة من سلسلة الثوريوم-232 و البوتاسيوم-40 و تتم

الحسابات كما لو كانت صادرة جميعها من مصدر الراديوم-226 ، و بذلك لا نحتاج

لحساب الاشعاع الصادر من كل نواة مشعة على حدة .

بتحويل التركيزات إلى مكافئ الراديوم من المعادلة: (Kumar *et al.*, 2003)

$$Ra_{eq} = A_{Ra} + (A_{Th} \times 1.43) + (A_K \times 0.077) \quad (3 - 4)$$

حيث :

A_K, A_{Th}, A_{Ra} : هي تركيزات كل من الراديوم و الثوريوم و البوتاسيوم بالبيكريل/كجم على

الترتيب .

٧- تحول التركيزات للنظائر المشعة إلى جرعة باستخدام معاملات التحويل المتبنية من اللجنة ٧٣

العلمية لتأثيرات الإشعاع المؤين بالمنظمة الدولية (UNSCEAR-2000) . من

المعادلة (Qunidos *et al.* , 2004)

$$D = C_{Ra}A_{Ra} + C_{Th}A_{Th} + C_KA_K \quad (3 - 5)$$

حيث

D : الجرعة الممتصة على ارتفاع متر واحد من السطح بوحدة nGyh^{-1}

A_K, A_{Th}, A_{Ra} : هي تركيزات كل من سلسلة الراديوم ^{226}Ra ، وسلسلة الثوريوم ^{232}Th

و البوتاسيوم ^{40}K بوحدة Bqkg^{-1} على الترتيب .

C_K, C_{Th}, C_{Ra} : هي معاملات التحويل $\text{nGyh}^{-1} / \text{Bqkg}^{-1}$ لسلسلة الراديوم ^{226}Ra ، سلسلة

الثوريوم ^{232}Th ، البوتاسيوم ^{40}K على الترتيب .

٨- تقارن النتائج بنتائج سبق نشرها للمستويات الإشعاعية الطبيعية في بعض البلدان

(UNSCEAR , 2000) .

٣-٨ حساب أقل حد للعد : ***DL (Detection Limit)***

تم اخذ الخلفية الإشعاعية في زمن قدره 55504.74 sec و قد تم حسابه من الطاقات

295.2 keV (0.201) , 351.9 keV (0.383) , 609.3 keV (0.499) , 1120.3 keV

(0.16) , 1764.5 keV (0.162) , لسلسلة الراديوم-226 .

٧٤ تم أخذ الطاقات و نسب التفرع لكل طاقة , 583.1 keV (0.332) , 911.1 keV (0.303) , 964.6 keV (0.057) , 968.9 keV (0.183) لسلسلة الثوريوم (Saito & Moriuchi *et*) 1460.8 keV (0.107) للبوتاسيوم-40 (Holden Norman ,2003) (al., 1985) وكانت القيم المحسوبة للحد الأدنى للقياس أو العد بالبيكريل كما هو مبين في الجدول .

بالرجوع إلى المعادلة (2 – 17)

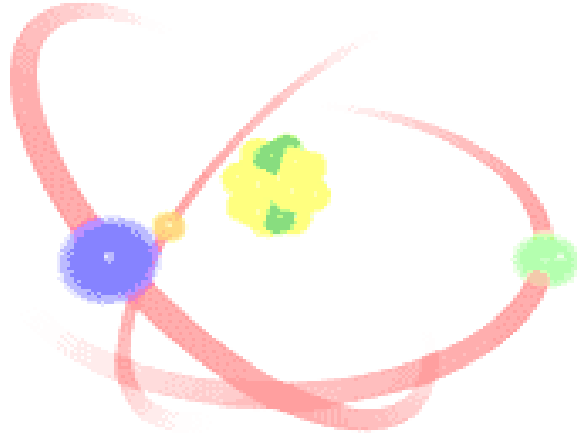
$$\text{Detection Limit} = \sqrt{b} / (V * \zeta * \beta * \sqrt{t})$$

تم حساب أقل حد للعد للحجم 640cc و كانت النتائج كما يلي :

Nuclei , Series	DL Bq/Sample
U-238–Ra-226	0.7±0.0052
Th-232–Ra228	0.9±0.017
K-40	9.6±0.024

جدول (٣-٣) أقل حد للعد للحجم 640cc

Table (3-6) The DL in Bq for the 640 cc configuration



الفصل الرابع

النتائج والمناقشة

Results and Discussions

4-Results and Discussions

في هذا الفصل سيتم استعراض نتائج التحليل لعشر عينات من التربة السطحية بالمدينة المنورة ، من حيث تعيين تركيزات نظائر الألومنيوم و الحديد و الكالسيوم بالنسبة المثوية و الرصاص و الزرنيخ بالجزء في المليون و ذلك باستخدام مطياف الامتصاص الذري ، و كذلك التركيب البلوري و الكيميائي لكل عينة باستخدام مطياف حيود الأشعة السينية ، كما سيتم استعراض نتائج تحليل العينات لتركيزات النظائر المشعة الطبيعية في سلسلي اليورانيوم 238 - الراديوم 226 ، الثوريوم 232 كذلك البوتاسيوم 40 بالإضافة إلى السيزيوم -137 أن وجد و ذلك بالبيكريل لكل كيلوجرام من الوزن الجاف ، بكاشف الجرمانيوم فائق النقاوة .

٤-١ نتائج حساب التركيزات باستخدام مطياف الامتصاص الذري :

Results of the concentrations by atomic absorption spectrometer

تم استخدام مطياف الامتصاص الذري *Atomic Absorption Spectrometer* لتعيين تركيزات عناصر الألومنيوم Al ، الحديد Fe ، الكالسيوم Ca و ذلك بالنسبة المثوية بالإضافة إلى تركيزات الرصاص Pb و الزرنيخ As بالجزء من المليون و كانت النتائج كالتالي :

Elements	Al	Fe	Ca	Pb	As
DL.	0.25	0.05	0.05	1.00	5.50
Units	%	%	%	ppm	ppm
SU - 1	6.98	4.72	3.75	19.00	10.50
SU - 2	7.65	4.68	4.98	18.00	12.30
SU - 3	4.48	3.08	10.60	14.00	29.10
SU - 4	6.18	4.60	2.78	16.00	30.70
SU - 5	6.84	3.08	1.60	16.00	17.26
SU - 6	6.61	4.60	3.48	16.00	17.30
SU - 7	6.79	4.68	3.51	19.00	13.41
SU - 8	6.73	4.92	3.28	15.00	12.20
SU - 9	6.80	4.32	5.04	27.00	15.70
SU - 10	6.04	4.14	8.00	25.00	28.60

جدول (٤-١) نتائج تحليل الامتصاص الذري^١

Table (4-1) Results of the atomic absorption analysis results

٤-١-١ الألومنيوم Al

يوجد الألومنيوم في الطبيعة في صورة ^{27}Al المستقر و نسبة وفرته 100% ، و لا يوجد نظير

مشع له في الطبيعة (Seelman-Eggebert *et al.* , 1968) ، كما أنه لا يوجد منفرداً ، يتواجد

الألومنيوم في التركيب البلوري للألبايت و الميكرولين الموجودين بنسب مختلفة في جميع العينات .

^١ هيئة المساحة الجيولوجية السعودية

بالنسبة لتركيز عنصر الألومنيوم كانت التركيزات بالنسبة المئوية ، تتراوح من 4.48% للعينة ٧٨ SU-3 إلى 7.65 % للعينة SU-2 .

٤-١-٢ الحديد Fe

يوجد الحديد في الطبيعة في صورة النظائر المستقرة ^{54}Fe ، 5.82% ، ^{56}Fe ، 91.66% ، ^{57}Fe

و 2.19% و ^{58}Fe 0.33% (Seelman-Eggebert *et al.* , 1968) و لا يوجد منفرداً

و يدخل في التركيب البلوري للكلينوكلور clinochlore الموجود في جميع العينات ماعدا العينة

SU-4 .

تراوحت تركيزات الحديد بالنسبة المئوية من 3.08% للعينتين SU-3 و SU-5 إلى 4.92%

للعينة SU-8 .

٤-١-٣ الكالسيوم Ca

يوجد الكالسيوم في الطبيعة في صورة النظائر ^{40}Ca و نسبة الوفرة ^{42}Ca ، 96.97%

0.64 % ، ^{43}Ca 0.145 % ، ^{44}Ca 2.06 % ، ^{46}Ca 0.0033 % و ^{48}Ca 0.185 %

و جميعها مستقرة . (Seelman-Eggebert *et al.* , 1968) ، و يرجع وجود عدة نظائر

مستقرة له لعدده الذري 20 و هو من الأعداد السحرية و يوجد في التركيب البلوري للكالسيت

Calcite المتواجد في جميع العينات ما عدا العينة SU-6 .

تراوحت تركيزات الكالسيوم Ca من 1.60 % للعينه SU-5 إلى 10.60 % للعينه SU-3. ٧٩

٤-١-٤ الرصاص Pb

يوجد الرصاص في الطبيعة في صورة النظائر ، النظير المستقر ^{206}Pb و نسبة الوفرة 23.6%
 آخر سلسلة ^{238}U و ^{207}Pb نسبة الوفرة 22.6% آخر سلسلة ^{235}U و ^{208}Pb نسبة الوفرة 52.3%
 آخر سلسلة ^{232}Th و لذلك لا تقارن نتائج تركيزات العناصر المستقرة السابقة بتركيزات العناصر
 المشعة ^{214}Pb و ^{210}Pb (سلسلة Ra-226) أو ^{212}Pb (سلسلة Th-232) حيث أن نسبة العناصر
 المستقرة للرصاص و التي تشكل مجتمعه نسبة 98.5% (Seelman-Eggebert *et al.* , 1968)
 تشكل الجزء الأكبر من تركيز الرصاص .

كانت التركيزات بالجزء من مليون و تراوحت من 14.00 ppm للعينه SU-3 إلى 27.00
 ppm للعينه SU-9 .

٤-١-٥ الزرنيخ As

يوجد الزرنيخ ^{75}As في الطبيعة في الحالة العنصرية بنسبة وفرة 100% ، لكنه غالباً ما يوجد في
 تراكيب مع بعض المعادن مثل (FeAsS) ، (AsS) ، (As₂S₃) و كذلك (GaAs) حيث أن هذه
 المركبات عادةً ما تكون سامة ، كما يستخدم الزرنيخ في صناعة بعض المبيدات الحشرية ، كذلك من
 الممكن إضافة كمية قليلة من الزرنيخ إلى الجرمانيوم في صناعة الترانزستورات .

٨٠. نتائج تحليل الامتصاص الذري للزرنيخ As تراوحت التركيزات من 10.50 ppm للعيينة SU-1 إلى 30.70 ppm و ذلك للعيينة SU-4 .

٤-٢ نتائج تحليل حيود الأشعة السينية :

Results of the X-RD analysis

يبين الجدول (٤-٣) نتائج تحليل العينات لتحديد نوع المعادن و التركيب الجيولوجي باستخدام جهاز حيود الأشعة السينية (X-RD) ^٢ ، و الذي يبين أن المعادن الغالبة في التربة السطحية بالمدينة المنورة هي الكوارتز SiO_2 ، الألبايت $Na(AlSi_3O_8)$ ، الميكرولين $KAlSi_3O_8$ و الكالسيت $CaCO_3$ ، ثم الأقل تواجداً الكلينوكلور $17Si_2O_54(OH)_6(Mg, Fe^{+2})$ و يوضح الجدول التالي التركيب الكيميائي و الخواص لأهم المعادن :

Mineral	Chemical Composition
ALBITE	$Na(AlSi_3O_8)$
CALCITE	$CaCO_3$
CLINOCHLORE	$17Si_2O_54(OH)_6(Mg, Fe^{+2})$
MICROCLINE	$KAlSi_3O_8$
QUARTZ (Silica)	SiO_2

جدول (٤-٢) التركيب الكيميائي لأهم المعادن الظاهرة في تحليل حيود الأشعة السينية
Table (4-2) show the chemical composition of the major and minor minerals

^٢ هيئة المساحة الجيولوجية السعودية .

٨١

Sample No.	Major	Minor	Trace
SU-1	QUARTZ , ALBITE	MICROCLINE , CLINOCHLORE , CALCITE	LUDLOKITE , BIOTITE AUGITE , MAGNETITE
SU-2	QUARTZ , ALBITE	CALCITE , CLINOCHLORE	GEIGERITE , MICROCLINE, REEVESITE , BIOTITE , MAGNETITE
SU-3	CALCITE , QUARTZ	ALBITE , CLINOCHLORE	MAGNETITE , TINAKSITE , DUNDASITE , GEIGERITE
SU-4	QUARTZ , ALBITE	.....	MICROCLINE , CALCITE , KAOLINITE FAUJASITE , AUGITE , MAGNETITE
SU-5	QUARTZ , ALBITE , MICROCLINE	CLINOCHLORE	CALCITE , VOLKOVSKITE , MAGNETITE
SU-6	QUARTZ , ALBITE	CLINOCHLORE	CALCITE , AUGITE , MAGNETITE , PARGASITE , BIOTITE, LUDLOKITE
SU-7	QUARTZ , ALBITE	CALCITE , CLINOCHLORE	REEVESITE , BIOTITE , MAGNETITE , PARGASITE
SU-8	QUARTZ , ALBITE	CLINOCHLORE , CALCITE	PARGASITE , AUGITE , BIOTITE, MAGNETITE
SU-9	QUARTZ , ALBITE	CALCITE , CLINOCHLORE	BIOTITE, AUGITE , PARGASITE , MICROCLINE
SU-10	QUARTZ , CALCITE , ALBITE	CLINOCHLORE	PARGASITE , BIOTITE, TUNISITE , OFFRETITE , MAGNETITE

جدول (٤-٣) نتائج تحليل حيود الأشعة السينية
Table (4-3) Results of the X-DR analysis

٤-٣ التركيزات من التحليل الجامي:

Concentrations from gamma analysis

تم استخدام الجدول (٤-٤) لحساب تركيزات سلسلة ^{238}U - ^{226}Ra و سلسلة ^{232}Th وكذلك ^{40}K و ^{137}Cs من الطيف الجامي و الجدول يبين السلسلة و النظير المقابل و عمر النصف له و كيفية الاضمحلال و الطاقات و نسبة التفرع لكل طاقة .

تم حساب تركيزات سلسلة ^{238}U - ^{226}Ra بوحدة Bq kg^{-1} للوزن الجاف من طاقات اضمحلال نواة ^{214}Pb للطاقتين (295.2 , 352.9 keV) و نواة ^{214}Bi من الطاقات (609.3 , 1120.3 , 1764.5 keV) ، أما تركيز ^{238}U فقد تم حسابه من اضمحلال $^{234\text{m}}\text{Pa}$ من الطاقة 1001 keV.

لم تستخدم الطاقة 186.6 keV للرادون ^{222}Ra حيث أنه لا يمكن فصلها عن الطاقة 185.7 keV لليورانيوم-235 ^{235}U حيث أن نسبة تفرع هذه الطاقة 53% في اضمحلال اليورانيوم-235 بينما نسبة تفرع 186.6 keV 3.3 % في اضمحلال الراديوم-226 إلى الرادون-222.

أما تركيزات سلسلة ^{232}Th بوحدة Bq kg^{-1} للوزن الجاف فقد تم حسابها من طاقات اضمحلال نواة ^{228}Ac (338.4 , 911.1 , 968.9+964.6 keV) و نواة ^{212}Bi (727.2 keV) (و نواة ^{208}Tl (583.1 , 860.4 keV) .

تركيز ^{40}K يحسب من الطاقة 1460.8 keV التالية لاضمحلال ^{40}K بالأسر الإلكتروني ، كما يحسب تركيز ^{137}Cs من الطاقة 661.6 keV لاضمحلال نواة $^{137\text{m}}\text{Ba}$.

Nuclei	T _{1/2}	Decay mode	Daughter	E keV	I _γ /disintegration
U-238-Ra-226 Series	4.47x10 ⁹ y		U-238		
			Pa-234m	1001	0.59
	1599 y	α			
	>4x10 ¹⁸ y	Sf	Ra-226		
	3.823 d	α	Rn-222	186.39	0.033
	26.9 min	β ⁻	Pb-214	241.92	0.078
				295.09	0.201
				351.87	0.383
	19.7 min	β ⁻	Bi-214	609.31	0.499
				1120.27	0.162
				1764.49	0.160
Th-232 Series	1.41x10 ¹⁰ y				
	5.76 y	α	Ra-228	0.013	
				0.006	
	6.15 h		Ac-228	129.03	
				338.42	0.130
				911.16	0.303
				964.6	0.057
				968.97	0.183
	55.6 s		Rn-220		
	10.64 h		Pb-212	238.58	0.437
	1.009 h		Bi-212	727.25	0.081
				785.51	0.011
				1620.66	0.015
	3.053 min		Tl-208	583.02	0.332
				860.4	0.045
Cs-137				2614.48	0.359
	30.2 y	β ⁻	Ba-137 m	661.66	0.850
K-40	1.26X10 ⁹ y Abund./0.011 7	β ⁺ , EC β ⁻	Ar-40 Co-40	1460.8	0.107

جدول (٤-٤) النظائر و الطاقات الجامية التي استخدمت لحساب التركيزات

Table (4-4) Isotopes and energies used for the determination of concentrations

الأشكال التالية تبين الطيف الجامي للينة SU-5

٨٤

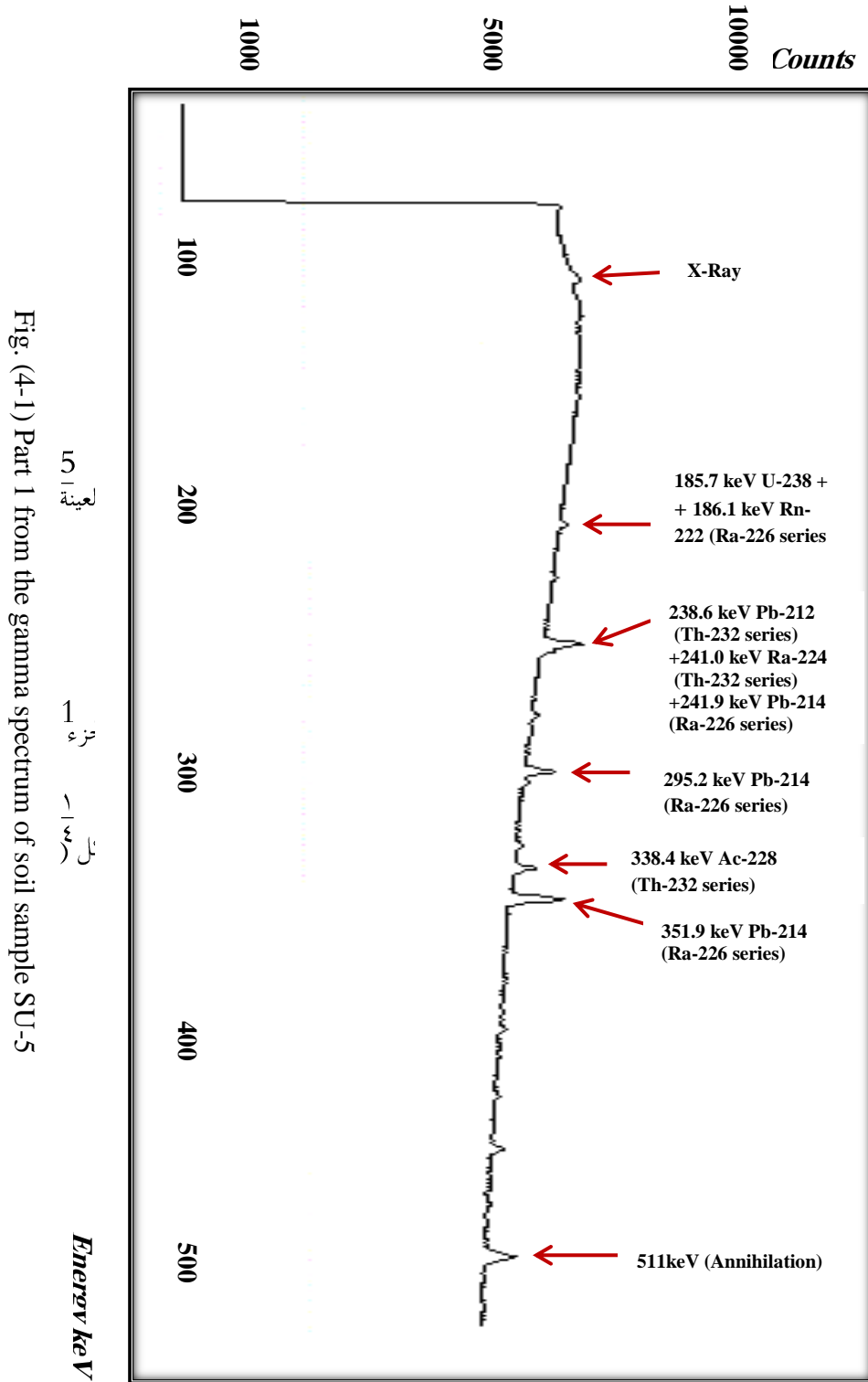


Fig. (4-1) Part 1 from the gamma spectrum of soil sample SU-5

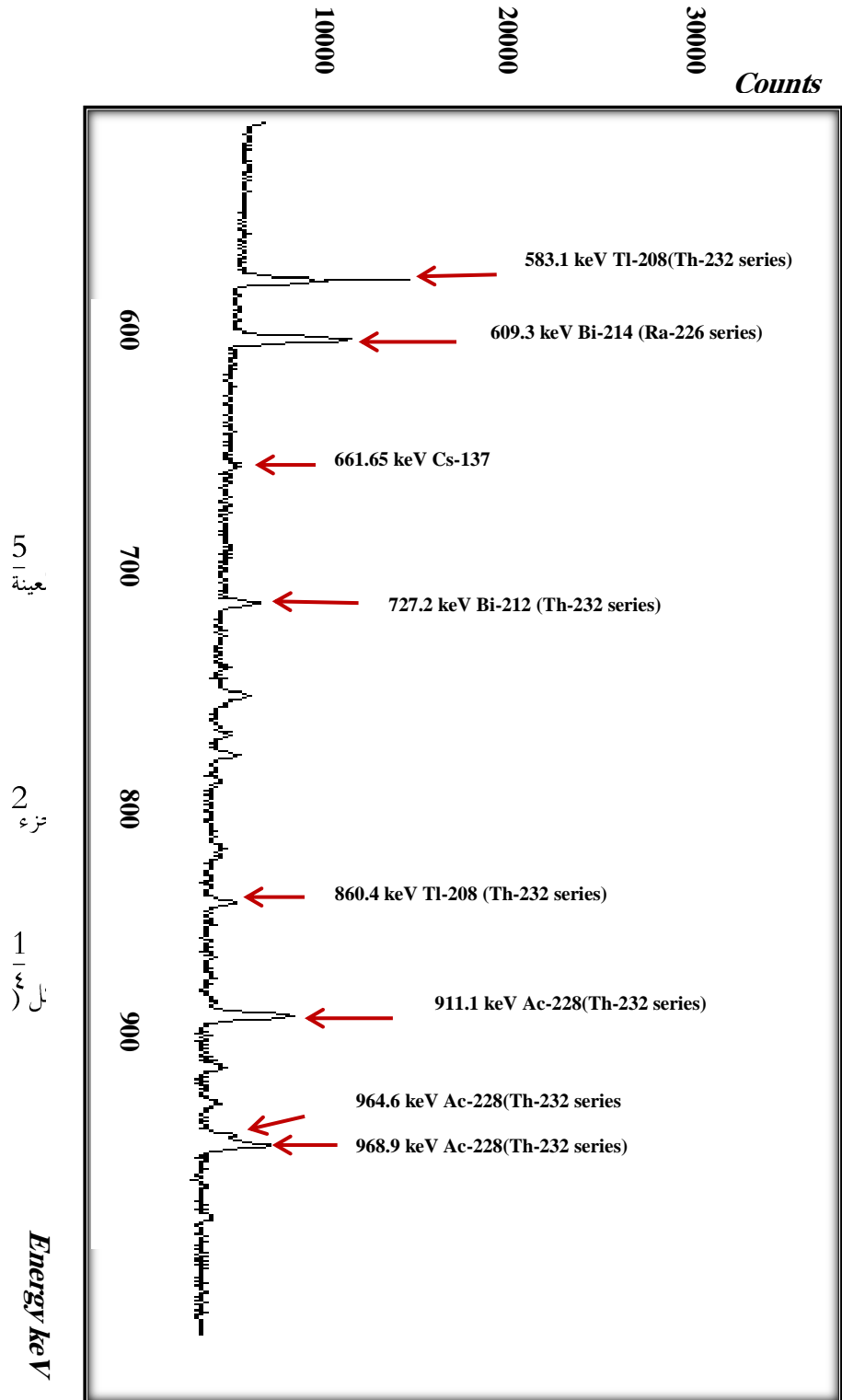


Fig. (4-1) Part 2 from the gamma spectrum of soil sample SU-5

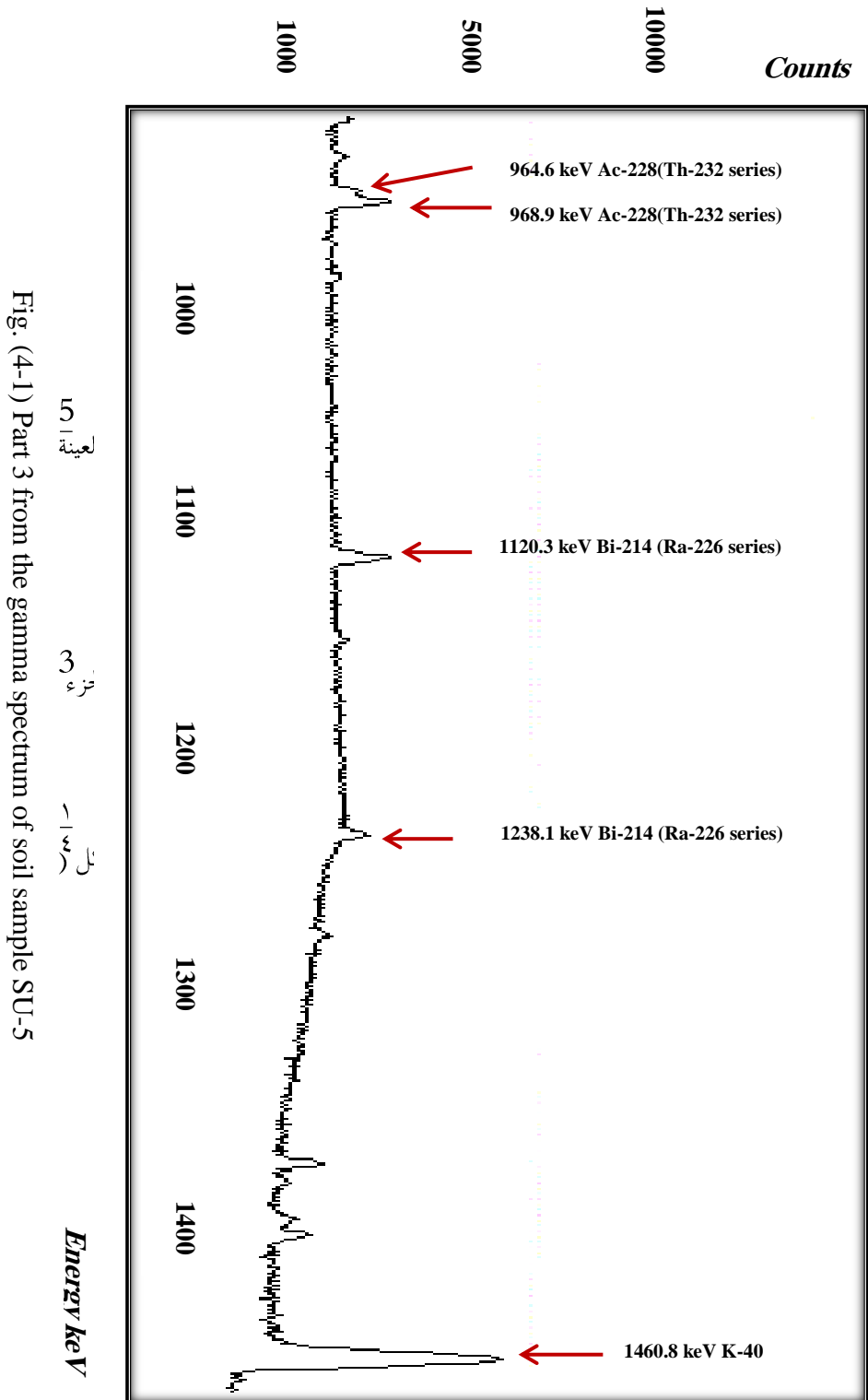


Fig. (4-1) Part 3 from the gamma spectrum of soil sample SU-5

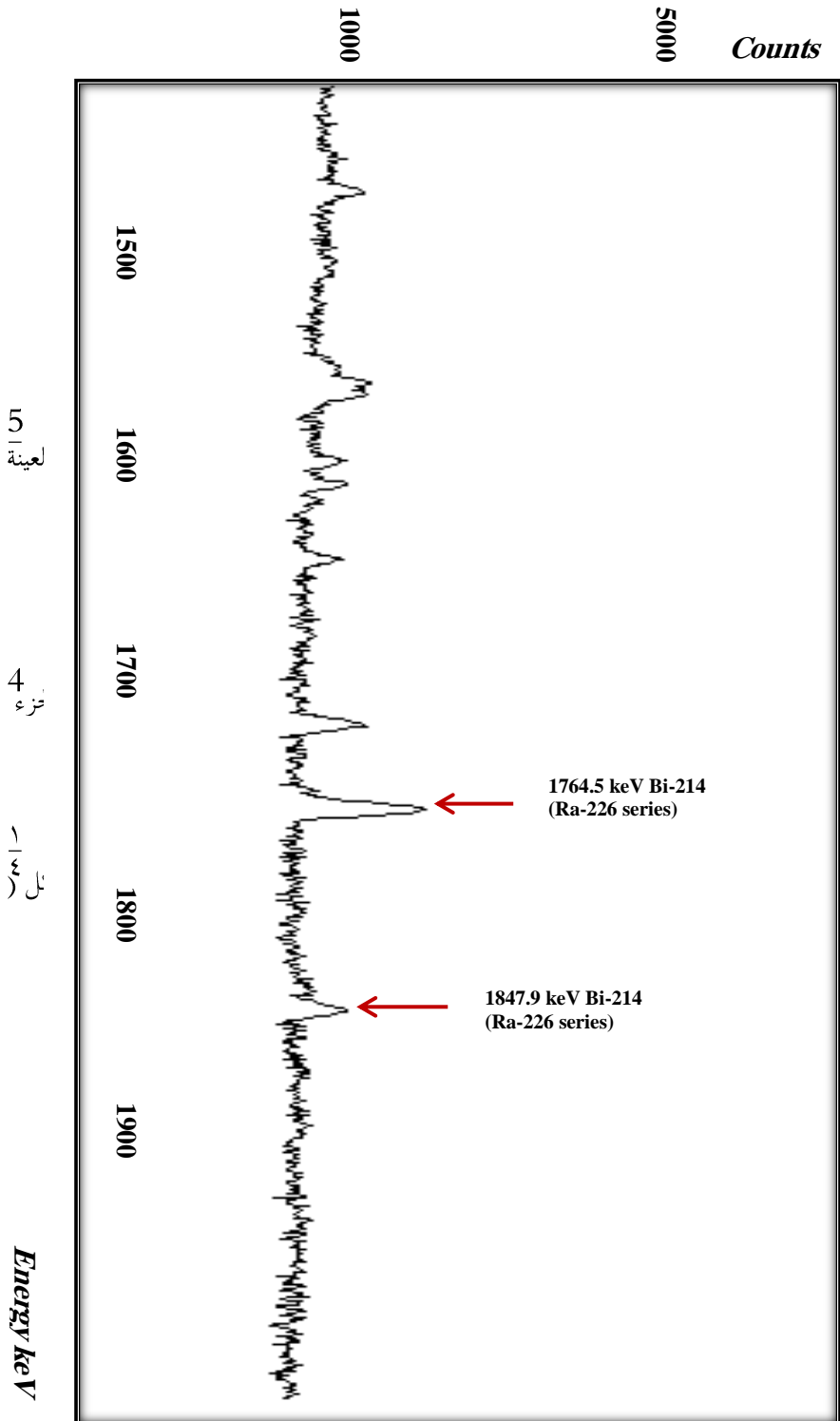


Fig. (4-1) Part 4 from the gamma spectrum of soil sample SU-5

Counts

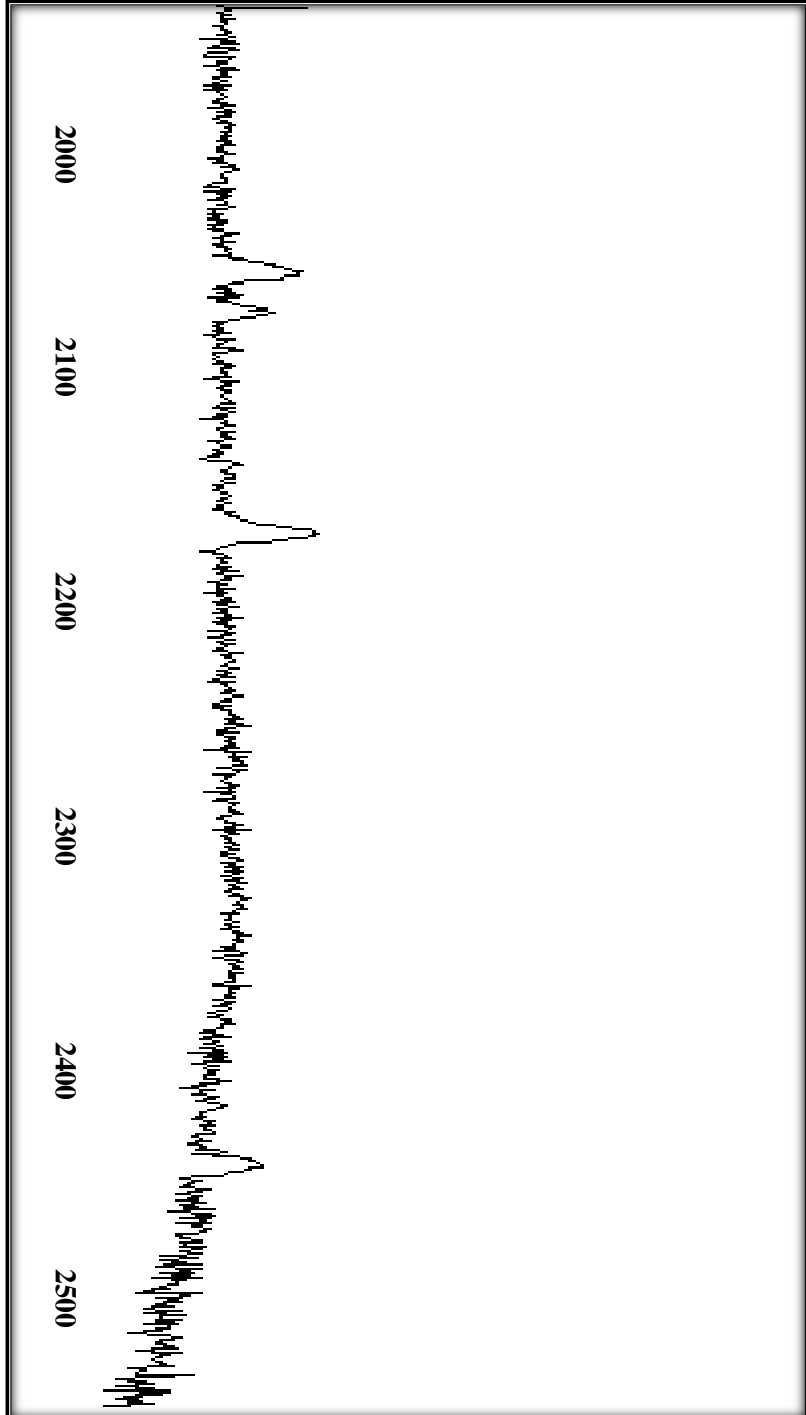


Fig. (4-1) Part 5 from the gamma spectrum of soil sample SU-5

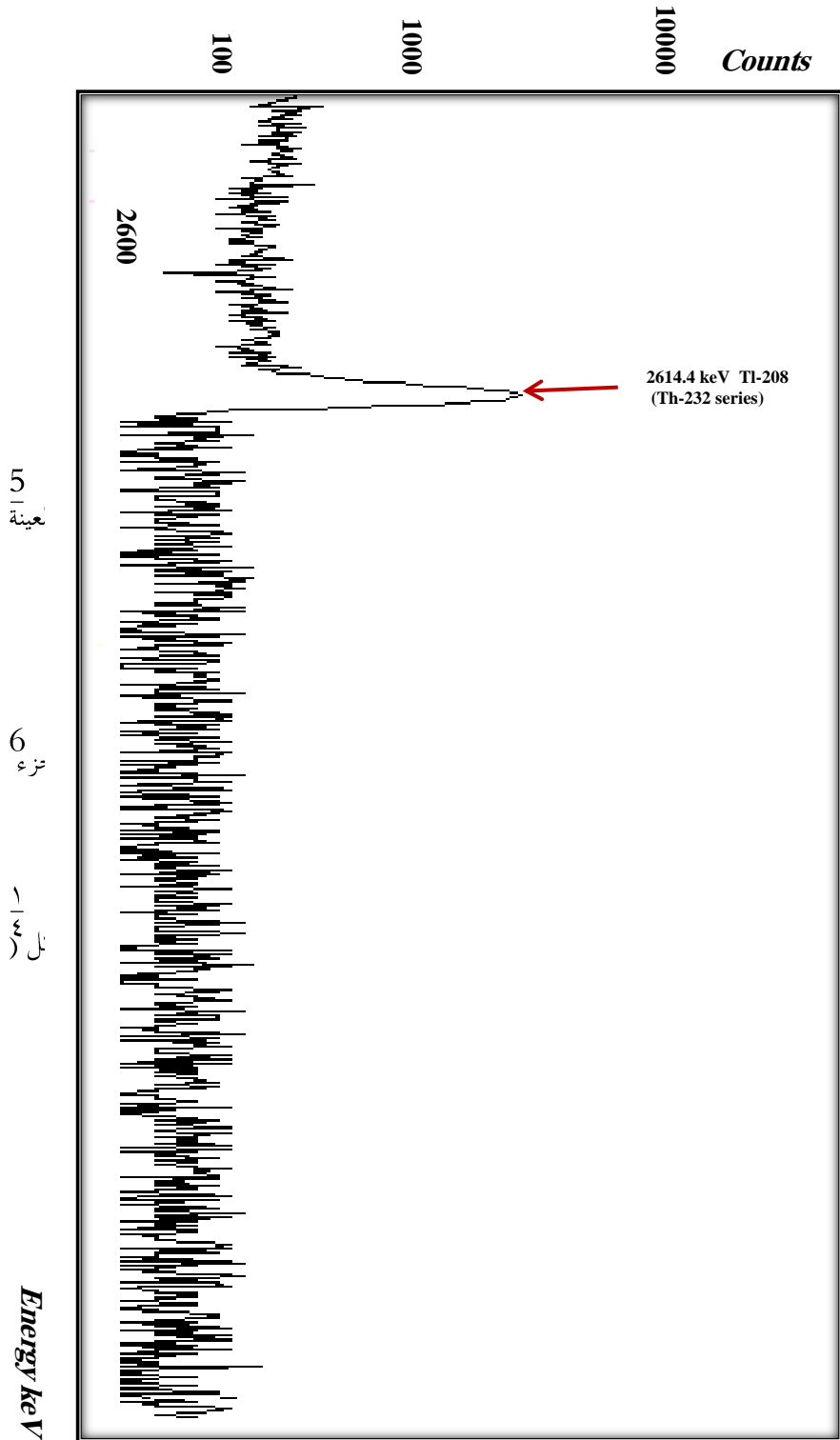


Fig. (4-1) Part 6 from the gamma spectrum of soil sample SU-5

٤-٤ نتائج القياسات الجامية : *Results of the gamma analysis* ٩٠

يبين الجدول (٤-٥) نتائج تركيزات سلسلتي اليورانيوم-238 الراديوم-226 و الثوريوم-232 بالبيكريل / كيلوجرام للجاف كذلك لكل من البوتاسيوم-40 ، السيزيوم-137 . كما تم حساب تركيز البوتاسيوم الطبيعي بالنسبة المئوية باعتبار أن الجرام من البوتاسيوم الطبيعي يكافئ 29.6 Bq من النشاط الإشعاعي للبوتاسيوم-40 .

سلسلة اليورانيوم 238 - راديوم 226

تركيز البروتاكتينيوم 234-m تتراوح بين LDL للعينات SU-1 و SU-5 ، SU-8 إلى حوالي 12.3 للعينة SU-7 (التركيزات بالبيكريل لكل كيلوجرام للجاف) ، تركيز سلسلة الراديوم-226 بالبيكريل لكل كيلوجرام للجاف يتراوح بين حوالي 7.01 للعينات SU-6 ، إلى 15.55 للعينة SU-5 .

لمقارنة تركيزات البروتاكتينيوم 234-m ، و سلسلة الراديوم 226 نلاحظ عدم وجود ائزان دائم و الذي يعود إلى اختلاف الخواص الكيميائية لعناصر السلسلة كذلك أن الرادون-222 و هو عنصر وسطي في السلسلة عبارة عن غاز حامل من الاحتمال أنه يتسرب خلال العينة . بالإضافة إلى أنه عند الاضمحلال بجسيمات ألفا أو بيتا تهتز النواة الوليدة و من المحتمل أن تنفصل عن التركيب البلوري . كما و أنه من الممكن أن تتسبب التغيرات المناخية في انتقال بعض العناصر و هجرتها من التركيب البلوري .

سلسلة الثوريوم-232

يتراوح التركيز بالبيكريل لكل كيلوجرام للجاف من 5.23 للعينة SU-9 إلى حوالي 21.84 للعينة SU-5 و التي يدخل في تركيبها الميكرولين و الألبايت . لم يلاحظ في أي من العينات

عدم اتزان حيث أن حسابات التركيز تمت من النظائر ^{208}Tl ، ^{212}Bi ، ^{228}Ac و قد تم تخزين العينة ٩١ لأكثر من أربعة أشهر و هي كافية لحدوث الاتزان فيما بينها .

بينما هذه الفترة كافية لحدوث اتزان بين اليورانيوم 238 و الثوريوم 234 و البروتكتينيوم 234-m وهي غير كافية لحدوث اتزان بينهم و بين سلسلة الراديوم 226 التالية .

تركيز البوتاسيوم-40

يتراوح بالببكريل لكل كيلوجرام للوزن الجاف بين 64.64 (2.2 %) للعينة SU-3 إلى 754.2 (25.5 %) للعينة SU-5 و الذي يدخل في تكوينها الميكرولين $\text{KAl Si}_3\text{O}_8$ يلاحظ وجود اليورانيوم و الثوريوم في العينات بينما لا يظهر في التركيب البلوري حيث أنهما يدخلان كمعادن إضافية (accessory elements) ليحل أي منهما مكان أي عنصر من عناصر البلورة .

تركيز السيزيوم-137 الصناعي

يحتمل وجوده في الهواء سابقاً بنسب صغيرة نتيجة للتجارب النووية و كذلك السقوط النووي من حادثة تشيرنوبيل عام 1986م حيث أن عمر النصف للسيزيوم-137 حوالي 30 y . تراوحت تركيزات السيزيوم-137 بين LDL للعينة SU-10 إلى أكثر من 3.181 ببكريل/كيلوجرام من الوزن الجاف للعينات SU-7 .

LDL : Lower than Detection Limit

٩٢

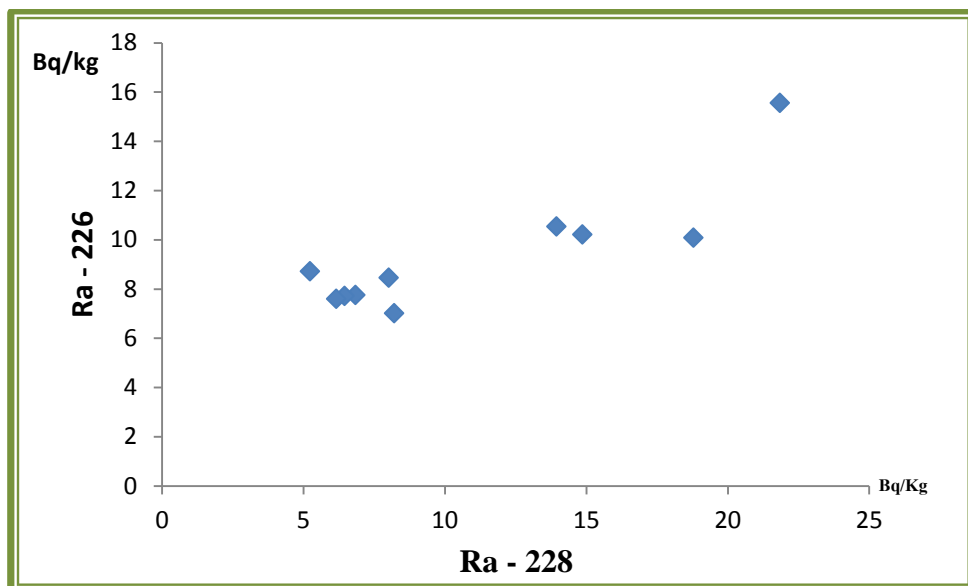
Series nuclei Sample cod.	Concentration Bq/kg dry weight					Concentration %
	U-Ra series		Th series	K-40	Cs-137	Natural-K
	^{214m} Pa	Ra-226	Ra-228			
SU-1	LDL	7.75 ±0.057	6.84 ±0.078	262.69 ±1.42	0.94 ±0.078	8.875 ±0.048
SU-2	12.1±0.56	10.54 ±0.051	13.95 ±0.09	255.30 ±0.95	3.09 ±0.099	8.63 ±0.032
SU-3	4.6±0.51	7.71±0.05	6.46 ±0.055	64.64 ±0.033	3.6 ±0.16	2.184 ±0.011
SU-4	3.56±0.29	10.08 ±0.044	18.79 ±0.13	301.32 ±1.14	2.51 ±0.085	10.18 ±0.039
SU-5	LDL	15.55 ±0.064	21.84 ±0.13	754.21±2.31	1.7 ±0.06	25.48 ±0.078
SU-6	11.42 ±0.52	7.01 ±0.037	8.21±0.054	328.36 ±1.22	3.13 ±0.095	11.093 ±0.041
SU-7	12.3±0.75	10.21 ±0.066	14.86 ±0.13	312.40 ±1.57	3.181 ±0.133	10.554 ±0.053
SU-8	LDL	8.45±0.063	8.02 ±0.099	409.74 ±2.28	1.484 ±0.102	13.842 ±0.077
SU-9	4.8±0.47	8.72±0.062	5.23 ±0.054	265.92 ±1.42	0.91 ±0.071	8.984 ±0.048
SU-10	9.7±0.7	7.60±0.045	6.16 ±0.058	209.38 ±1.09	LDL	7.074 ±0.037

جدول (٤-٥) نتائج القياسات الجامة

Fig. (4-5) Results of the gamma analysis

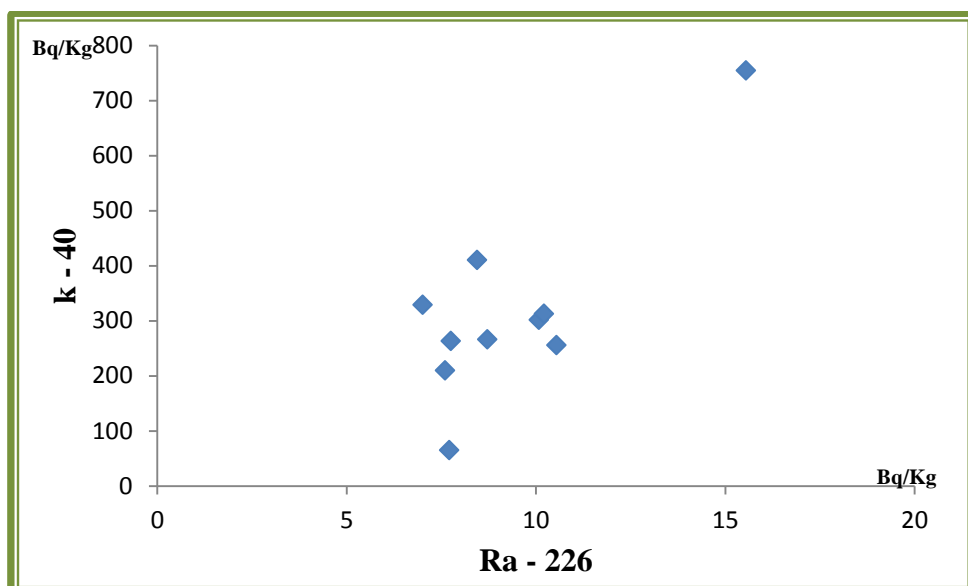
و من نتائج القياسات الجامة تبين الأشكال (٢-٤) ، (٣-٤) ، (٤-٤) العلاقة بين التركيزات

بالبكريل/كيلوجرام بين كلاً من ^{226}Ra ، ^{226}Ra و ^{40}K ، ^{228}Ra و ^{40}K ، ^{226}Ra و ^{228}Ra



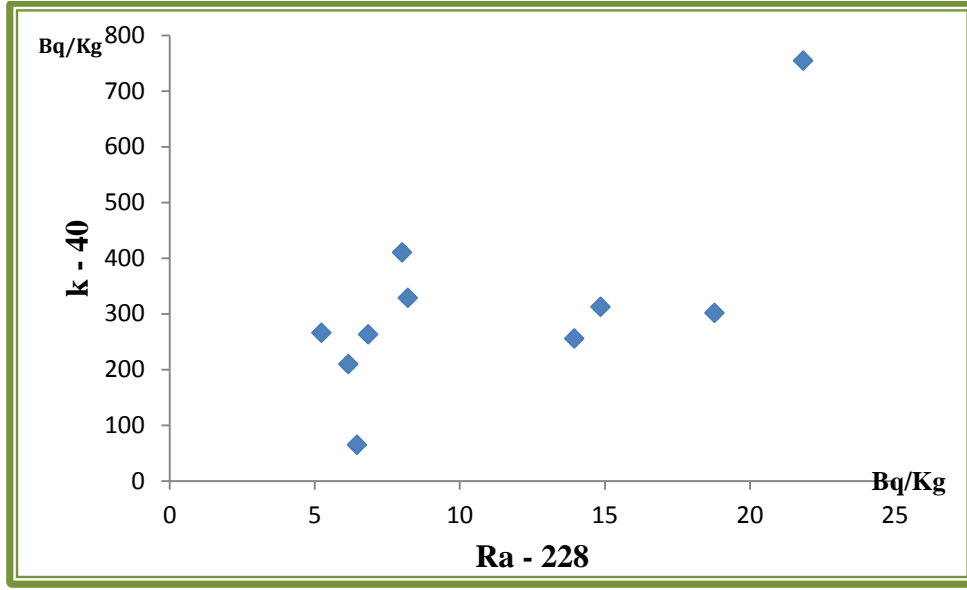
شكل (٢-٤) العلاقة بين التركيز بالبكريل/كيلوجرام بين ^{226}Ra و ^{228}Ra

Fig. (4-2) Relative between ^{228}Ra & ^{226}Ra per Bq/kg



شكل (٣-٤) العلاقة بين التركيز بالبكريل/كيلوجرام بين ^{226}Ra و ^{40}K

Fig. (4-3) Relative between ^{226}Ra & ^{40}K per Bq/kg



شكل (٤-٤) العلاقة بين التركيز بالبيكريل/كيلوجرام بين ^{228}Ra و ^{40}K

Fig. (4-4) Relative between ^{228}Ra & ^{40}K per Bq/kg

٤-٥ نتائج حساب المكافئ الراديومي و الجرعة الممتصة :

Calculation of radium equivalent and absorbed does

يبين الجدول (٤-٦) المكافئ الراديومي بالبيكريل/كيلوجرام للوزن الجاف و كذلك الجرعة

المتصة nGyh^{-1} .

تم حساب المكافئ الراديومي من المعادلة (٣-٣) (Tufail et al. , 2006)

$$\text{Ra}_{\text{eq}} = A_{\text{Ra}} + (A_{\text{Th}} \times 1.43) + (A_{\text{K}} \times 0.077)$$

و كانت النتائج كالتالي :

٩٥ تراوحت بين حوالي 22 للعينه SU-3 إلى 104.9 للعينه SU-5 ، جميع القيم تقل عن 370 Bq و هي حد قيمة للتعرض الموضوعه من (EPA) و باستخدام معاملات التحويل (Amaral , 2000) من الجدول (٤-٦) و التعويض عنها في المعادلة (٣-٤) (Qunidos *et al.* , 2004)

$$D = C_{Ra}A_{Ra} + C_{Th}A_{Th} + C_KA_K$$

Nuclide	Dose conversion factors (nGy/h per Bq/kg)				
	Beck , 1980	Saito <i>et al.</i> 1995	Clouvas <i>et al.</i> , 2000	Amaral , 2000	Quindos <i>et al.</i> , 2004
²³² Th series ²²⁸ Ac	0.2780	0.2210	0.1954		0.2132
²¹² Bi	0.0212	0.0272	0.0238		0.0250
²⁰⁸ Tl	0.3210	0.3260	0.3031		0.3193
²¹² Pb	0.0212	0.0277	0.0191		0.0260
Total	0.6660	0.6040	0.5437	0.6680	0.5835
²³⁸ U- ²²⁶ Ra series ²¹⁴ Pb	0.0472	0.0546	0.0434		0.1183
²²⁶ Ra		0.0012	0.0100		
²¹⁴ Bi	0.3780	0.4010	0.3554		0.3468
Total	0.4300	0.4630	0.3990	0.4500	0.4551
⁴⁰ K	0.0422	0.0417	0.0399	0.0424	0.0429

جدول (٤-٦) يوضح معاملات التحويل من تركيز البيكريل/كيلوجرام إلى جرعة ممتصة بالنانو جراي/ساعة

Table (4-6) Represents the conversion factors from Bq/kg to nGy/h

تم تعيين الجرعة الممتصة بوحدة $nGy h^{-1}$ عند ارتفاع متر واحد من سطح الأرض و هي تتراوح بين $10 nGy h^{-1}$ ($>1m Gy y^{-1}$) إلى $52.2 nGy h^{-1}$ ($0.46 m Gy y^{-1}$) و هي في الحدود

المسموحة للتعرض الاشعاعي من قبل كل من (Environmental Protection (EPA) ٩٦
(United Nation Scientific Committee on the (UNSCEAR) و Assassination)
(Effects of Atomic Radiation) حيث تساوي تقريباً 5 mGy y^{-1} .

مما سبق نستنتج أن تركيزات العناصر المشعة الطبيعية في عينات التربة التي تم جمعها في الحدود التي
تجعل أن جرعة التعرض السنوية في الحدود المسموح بها مما يجعلها آمنة اشعاعياً سواء للإقامة أو للأنشطة
الحياتية مثل إقامة المصانع أو الزراعة في حالة توفر الظروف من صلاحية التربة لهذه الأنشطة.

<i>Sample Code</i>	مكافئ الراديوم Bqkg^{-1}	الجرعة الممتصة nGyh^{-1}
SU-1	37.76	18.79
SU-2	50.15	23.89
SU-3	21.93	10.05
SU-4	60.15	28.49
SU-5	104.86	52.17
SU-6	44.03	22.07
SU-7	55.53	26.72
SU-8	51.47	26.10
SU-9	36.67	18.43
SU-10	32.53	16.04

جدول (٤-٧) قيم المكافئ الراديومي و الجرعة الممتصة

Table (4-7) Gives the radium equivalent Bq/kg and the absorbed dose nGy/h

٩٧ ٤-٦ مقارنة النتائج الحالية بنتائج دراسات سبق نشرها :

Compassion of the recent results previous published studies

قام (Amaral , 2000) بالبرتغال بدراسة الطيف الجامي وحساب الجرعات الإشعاعية في الموقع (In situ) ، تم دراسة تركيزات النظائر المشعة الطبيعية و التي تحدد نوعية و تركيب التربة و الصخور المختلفة ، كما تم إجراء الدراسات الميكانيكية و الكيميائية و الإحيائية لكل نوع من التربة .

الجدول يوضح المقارنة بين تركيزات العناصر المشعة بالبكريل/كيلوجرام للوزن الجاف في العمل الحالي و بعض الأبحاث المنشورة سابقاً .

Reference	Present work	Ibrahiem <i>et al.</i> , 1993	Ibrahiem <i>et al.</i> , 2003	Al-Garni Z. , 2008
Nuclide-Series				
U-238–Ra-226	7.01-15.55	5.2-63.7	31-55	9.2-18.1
Th-232–Ra-228	5.23-21.8	2.5-95.6	2.4-3.2	9.5-22.6
K-40	64.6-754.2	29-653	65-1046	378.2-592.6

جدول (٤-٨) مقارنة بين تركيزات العناصر المشعة بالبكريل/كيلوجرام للوزن الجاف في العمل الحالي و بعض الأبحاث التي سبق نشرها.

Table (4-8) Comparison of isotopes concentrations in Bq/kg dry weight concentrations in the present work & some published results.

النتائج للتركيزات من منطقة الدلتا و مصر الوسطى الذي قام به (Ibrahiem *et al.* 1993)

و كذلك العمل الذي قام به (Ibrahiem , 2003) بالصحراء الشرقية المصرية بالإضافة إلى

ما قام به (Al-Garni , 2008) بقياس تركيزات العناصر المشعة بالبيكريل/كيلوجرام في منطقة ٩٨ وادي النعمان بمكة المكرمة بمطيايف جاما المرتكز على بلورة الجرمانيوم فائق النقاوة . كذلك تم حساب الجرعة الممتصة .

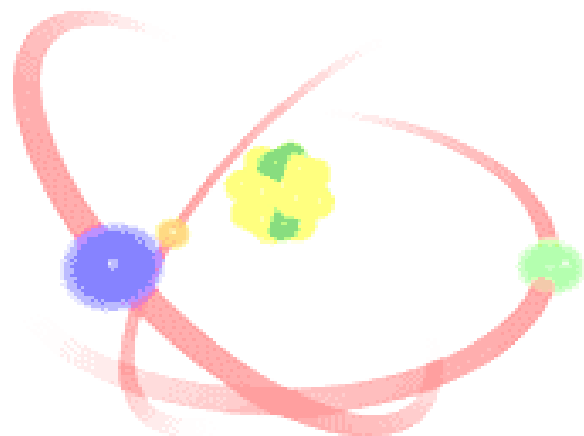
نلاحظ أن القيمة العليا لسلسلة ^{238}U - ^{226}Ra و لسلسلة ^{232}Th - ^{228}Ra في النتائج هي التي قام بها (Ibrahiem *et al.* , 1993) حيث أن التربة طينية سوداء ، أما بالنسبة لتركيز البوتاسيوم-40 فالقيمة العليا كانت في عمل (Ibrahiem *et al.* , 2003) لصخور معظمها جرانيت. يوضح الجدول التالي مقارنة الجرعة الممتصة بوحدة nGy/h في العمل الحالي و الأبحاث السابقة المنشورة .

Reference	Present work	Ibrahiem <i>et al.</i> , 1993	Ibrahiem <i>et al.</i> , 2003	Al-Garni , 2008
الجرعة الممتصة nGy/h	10.05-52.17	18.4-44.0	13-209	26.3-43.8

جدول (٩-٤) مقارنة الجرعة الممتصة في العمل الحالي وبعض الأبحاث المنشورة

Table (4-9) Represents a comparison of the absorbed dose from the present work and some published results .

من جميع النتائج في العمل الحالي نجد أن جميع مستويات الاشعاع في الحد المسموح به و أن العينة SU-5 تعتبر أعلى منطقة مشعة من حيث تركيز العناصر المشعة الطبيعية و تقع هذه المنطقة غرب المدينة المنورة الواقعة بجبل حمة و هو من أشهر الجبال بالمدينة المنورة ، و يتوقع أنه عند أخذ عينات بعمق أكبر من 15 cm أو حتى من الطبقة السطحية للتربة بعمق 5 cm فإن النتائج سوف تختلف بالنسبة للعناصر الطبيعية و الصناعية و خاصة بعد حادثة فوكوشيما باليابان .

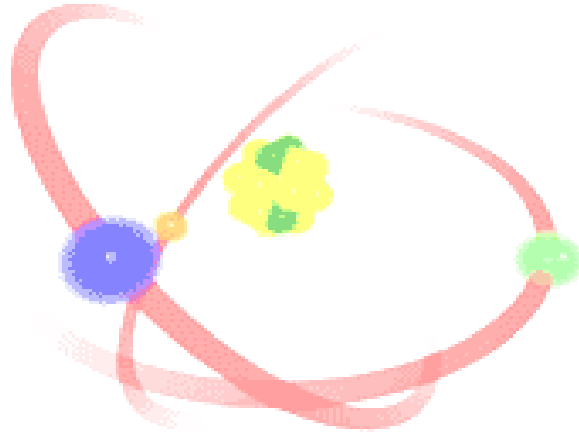


النووية

التوصيات

١٠٠

- تولي مسؤولي جهاز الرقابة الاشعاعية عمل مسح اشعاعي كل خمس سنوات تقريباً للمنطقة و خاصة بعد وقوع الحوادث الإشعاعية حتى يتم التأكد من مستوى الاشعاع الطبيعي و الصناعي .
- نتيجة وقوع حادث إشعاعي في مفاعلات فوكوشيما باليابان فمن المؤكد وصول التلوث الاشعاعي للمنطقة خلال مدة تقدر من شهر إلى ثلاثة أشهر ، لذلك نوصي بجمع عينات من نفس المواقع و مقارنتها بنتائج هذا البحث .
- أيضاً نتيجة حادث فوكوشيما نوصي بقياس العناصر المشعة الصناعية التي من المؤكد تواجدها بعد السقوط النووي مثل ^{137}Cs ، ^{134}Cs بالإضافة إلى ^{90}Sr حيث أنه مشع لبيتا و يحتاج لتحضير مصدر منه إلى فصل كيميائي ، والاسراع بقياس ^{134}Cs خاصة لأن عمره قصير حوالي 2.5 y .



الماء

Summary

الملخص

١٠٢

Summary

تتمتع المدينة المنورة بقدر كبير من الاهتمام من قبل الباحثين و العلماء في كافة المجالات سواء البيئية أو الجيولوجية أو الاشعاعية . لذلك فإن دراسة نوعية التربة من حيث المعادن المشعة الموجودة بها و دراسة تركيزات العناصر المشعة الطبيعية سلسلة ($^{226}\text{Ra} - ^{238}\text{U}$) و سلسلة ($^{228}\text{Ra} - ^{232}\text{Th}$) كذلك تركيز ^{40}K بالإضافة إلى ^{137}Cs الصناعي . تقع المدينة المنورة حول خط الطول $39^\circ 36' 00''$ و خط عرض $24^\circ 28' 00''$ و على ارتفاع 625 م . تم جمع عشر عينات من التربة السطحية بقالب أبعاده $30 \times 30 \times 15\text{cm}$ من عدة مناطق من المدينة المنورة و رُوعي أن تكون متباينة التركيب الجيولوجي ظاهرياً . تم تجهيز العينات لتحليلها بمطياف الامتصاص الذري لتحديد تركيزات العناصر Al ، Ca ، Fe ، بالنسبة المثوية و عنصري Pb و As بالجزء من المليون . كما تم تعيين التركيب المعدني و الكيميائي للعينات باستخدام مطياف حيود الأشعة السينية لتحديد التركيب المعدني لجميع العينات . كما تم استخدام مطياف جاما المرتكز على بلورة الجرمانيوم فائق النقاوة في تحديد تركيزات العناصر المشعة الطبيعية و الصناعية من تركيزات سلسلة ($^{226}\text{Ra} - ^{238}\text{U}$) ، سلسلة ($^{228}\text{Ra} - ^{232}\text{Th}$) بالإضافة إلى ^{40}K و كذلك ^{137}Cs الصناعي . تم حساب المكافئ الراديومي الذي وجد أنه أقل من الحد الموضوع من قبل منظمات الوقاية من الاشعاع (EPA) و هي (370 Bq/kg) كما تم حساب الجرعة الممتصة عند ارتفاع متر من سطح الأرض و الذي وجد أن معدل التعرض السنوي أقل من القيم المسموحة .

يشتمل العمل على أربعة فصول :

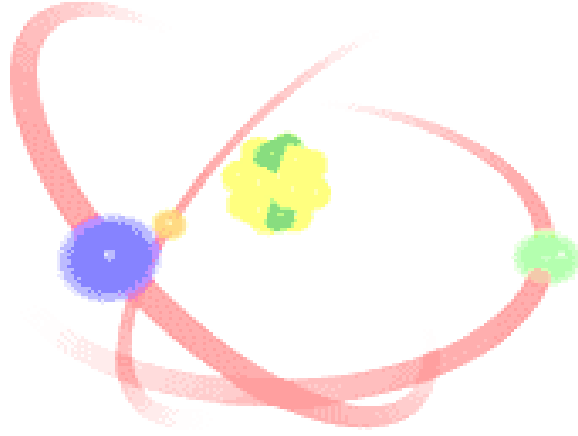
الفصل الأول : يشمل المقدمة و المسح المرجعي و أهداف العمل .

الفصل الثاني : عن المفاهيم النظرية ، التعريف بالسلاسل الاشعاعية الطبيعية ، و التوازن الاشعاعي العابر و الدائم و تفاعل الفوتونات مع مادة الكاشف و كفاءة النظام المطلقة و الذاتية و النسبية . ثم قوة

الفصل و الدقة و التحديد و الخطأ و مصادر الخطأ في القياسات و حدود الخطأ و مصادر الخلفية ١٠٣
الاشعاعية في الطيف الجامي و حساب أقل حد للعد ، كما يشمل الفصل تعريف عن التعرض
الاشعاعي و الجرعة الاشعاعية الممتصة و الجرعة المكافئة .

الفصل الثالث : عن التقنيات العملية ، كيفية جمع العينات و مواقع جمع العينات و تحضيرها و تجهيزها
للقياس ، كما تم التعريف بمطياف الامتصاص الذري و مطياف حيود الأشعة السينية و كذلك مطياف
جاما المرتكز على بلورة الجرمانيوم فائق النقاوة ، كما يشتمل الفصل على كيفية إعداد مطياف جاما
للقياس ، معايرة الطاقات ثم المعايرة للكفاءة المطلقة . كذلك حساب النشاط الاشعاعي و تعيين
تركيزات العناصر المشعة الطبيعية و الصناعية .

الفصل الرابع : يشمل النتائج و المناقشة ، نتائج حساب التركيزات للعناصر Al ، Fe و Ca بالنسبة
المئوية ، Pb و As بالجزء في المليون و ذلك باستخدام مطياف الامتصاص الذري ، كذلك نتائج تحليل
العينات بمطياف حيود الأشعة السينية لتعيين التركيب المعدني و الكيميائي ، و كذلك تركيزات العناصر
بالسلاسل المشعة سلسلة ($^{238}\text{U} - ^{226}\text{Ra}$) و سلسلة ($^{232}\text{Th} - ^{228}\text{Ra}$) و ^{40}K كذلك ^{137}Cs
الصنعي . كما تم تعيين المكافئ الراديومي (Bq/kg) و الجرعة الممتصة (nGy/h) ، كانت الجرعة
المكافئة أقل من الحد المسموح به (370 Bq) للنشاط الاشعاعي ، كذلك مقارنة التركيزات للسلاسل
المشعة الطبيعية و البوتاسيوم بالمستويات العالمية المنشورة في أبحاث سابقة .



المراجع

References

المراجع العربية

أحمد، محمد فاروق و السريع، أحمد محمد (١٤٢٦هـ). أسس الفيزياء الاشعاعية ، الطبعة الثالثة ،

جامعة الملك سعود ، النشر العلمي و المطابع .

الدغمة، محمد شحادة و جمعة، علي محمد (١٤١٧هـ—١٩٩٧م). الفيزياء النووية ، الطبعة الأولى،

الجزء الأول ، الفلاح للنشر و التوزيع .

الأهدل، محمد أحمد ، النشاط الاشعاعي في المدينة المنورة ، مجلة مركز بحوث و دراسات المدينة المنورة.

بدر، عبد الباسط (١٤١٤هـ—١٩٩٣م). التاريخ الشامل للمدينة المنورة ، الطبعة الأولى ، المدينة

المنورة .

حسن، سعدي جعفر و كمون، سعيد سلمان (١٩٨٩م). مبادئ الفيزياء النووية ، الطبعة الأولى ،

دار الشئون الثقافية العامة آفاق عربية .

مكي، محمد شوقي إبراهيم (١٤٠٥هـ). أطلس المدينة المنورة ، الطبعة الأولى ، جامعة الملك سعود.

References

- Abbas, M. I. (2001). HPGe detector photoprak efficiency calculation including self-absorption & coincidence compact analytical expressions , **Applied Radiation and Isotopes**, 54, pp. 761-768 .
- Abulfaraj, W. & Abdul-Majid, S. (1991). Tevels of ^{137}Cs & Natural Radioactivity in Saudi Arabian Soil , **Transactions of the American Nuclear Society**, 63 , PP. 58-59 .
- Ahmad, N. , Matiullh. , Hussein, A. J. A. (1998). Natural Radioactivity in Jordanian soil & Building Materials and the Associated Radiation Hazards, **J. Environ Radioactivity**, 39(1), pp. 9-22.
- Alencar, A. S. & Freitas, A. C. (2005). Reference levels of natural radioactivity for the beach Sands in a Brazilian south-eastern coastal region , **Radiation Measurements**, 40, pp. 76- 83.
- Al-Garni, Z. S. M. (2008). Detailed study about the concentrations of natural and man-made radioactivity for Wadi Al-Numan Area in Makkah Al-Mukarramah Province , M. Sc. ,King Abdul Aziz University .
- Al-Hamarane I. F. and Awadallah M. I. (2008). Soil radioactivity levels and radiation hazard assessment in the highlands of northern Jordan , **Radio. Meas.**, vol. 44 no.(1), pp. 102-110 .
- Al-Kheliewi, A. S. , Shabana, S. I. , Farouk, M. A. , Al-Zahrany, A. A. & Al Masoud, F. I. (2002). Concentration of man-made Radionuclides in marine sediments at the Al-Khfji & Mneef a

coastal Areas in Saudi Arabia , The 6th Saudi Engineering Conference, Dammam , KFUPM 2 , pp. 429-437 .

Al-Kheliewi, A. S. , Farouk, M. A. , Al-Zahrany, A. A. & Shabana, S. I. (2002). Levels at the Al-Khafji & Mneefa coastal areas in Saudi Arabia ,The 6th Saudi Engineering Conference, Dammam , KFUPM 2, pp. 419-428 .

Akhtar N. , Tufail M. , Ashraf M. and Mohsin Iqbal M. (2004). Measurements of environmental radioactivity for estimation of radiation exposure from salin soil of Lahore Pakistan , Radio. Meas. , vol. 39 no.(1) , pp. 11-14 .

Al-Kusayer, T. & Al-Haj, N. (1987). Measurement of the Natural Radiation Background level of Riyadh city , **Transactions of the American Nuclear Society**, 55(1), pp. 760 .

Alam, M. N. , Chowdhury, M. I. , Kamal, M. , Ghose, S. , Mahmoud, N. , Matin A. K. , & Saikat S.Q. (1997). Radioactivity in Sediments of the Karnaphuli river estuary and the Bay of Bengal , **Health Phys.**, 73 (2), pp. 385-387 .

Amaral, E. M.(2000). Natural gamma radiation in air versus soil natural in Portugal ,The 10th International Congress of the International Radiation Protection Association (IRPA) , May14-19 , Hiroshima, Japan: P-1a-12.

Amutha, R. , Brahmanandhan, G. M. , Malathi, J. , Khanna, D. Selvasekarapandian S. , Sarida R., Meenakshisundaram V. & Gajendran V. , (2005). Study of background radiation from soil samples of Pollachi taluk , Tamilnadu , India , **International Congress Series**, 1276 , pp. 331-332 .

- Anjos, R. M. ; Veiga, R. ; Soares, T. ; Santos, A. M. A. ; Aguiar, J. G. ; Frasca, M. H. B. O. ; Brage, J. A. P. ; Uzeda, D. ; Mangia, L. ; Facure, A. ; Mosquere, B. ; Carvalho, C. & Gomes, P. R. S. (2005). Natural radionuclide distribution in Brazilian commercial granites , **Radiation Measurements**, 39, pp. 245-253.
- Baranwal, V.C. , Sharma, S.P. , Sengupta, D., Sandilya, M.K., Bhaumik, B.K. ,Gun, R. , & Saha, S.K. (2006). Anew high background radiation area in the Geothermal region of Eastern Ghats Mobile Belt (EGMB) of Orissa , India, **Radiation Measurements**, 41, pp. 602- 610 .
- Baykara, O. and Dogru M. (2000). Determination of terrestrial gamma , U , Th and K in soil fracture zones , **Radia. Meas.** , vol. 44no.(1), pp. 116-121 .
- Beck, H.L. (1980). Exposure rate conversion factors for radionuclides deposited on the ground. US Department of energy, EMI-378, New York.
- Bikit, I. ,Slivka, J. ,Veskovic, M. ,Varga, E. , Zikic-Todorovic, N. ,Mrda, D. & Forkapic, S. (2006). Measurement of Danube sediment radioactivity in Serbia & Montenegro using gamma ray spectrometry , **Radiation Measurements**, 41, pp. 477-481 .
- Bikit, I., Slivka, J., Conkic, Lj., Krmar, M., Veskovic, M., Zikic-Todorovic, N., Varga, E., Curcic, S. & Mrdja, D. (2005). Radioactivity of the soil in Vojvodina (northern province of Serbia & Montenegro), **Journal of Environmental Radioactivity**, 78, pp. 11-19 .
- Bowles, J.E. (1978). Engineering Properties of Soils &their Measurement, McGraw-Hill Book Company, New York.

Burnett, W. C., Wong, R., Clark, S. B. & Crandall, B. (1998). Direct counting of soil wafers : An improved total alph/beta screening analysis , **Journal of Radioanalytical and Nuclear Chemistry**, 235 (1-2), pp. 173-178 .

Carlos, D. U. , Ribeiro, F.B. , Saad, A.R. & De Araujo Nicolai, S.H. (2004). Radioactivity distribution some Permian sediments from the Irati & Corumbatai Formations of the Parana Basin , Southeastern Brazil , **Applied Radiation and Isotopes**, 60, pp. 63-77 .

Castro, R.M. , Vanin, V.R. , Helene, O. , Pascholati, P.R. , Maidana, N.L. , Koskinas, M.F. & Dias, M.S. (2002). The correlations between the Emission probabilities of the more intense Gamma rays in ^{152}Ga & ^{152}Sm folloing ^{152}Eu decay, **Journal of Nuclear Science and Technology**, supplement 2 , pp. 485-488.

Chilbowski, St. , Komosa, A., Reszka, M., Solecki, J. , & Zygmunt, J. (2000). Study on the Horizontal Transport of some Radionuclides in the Wieprz river valley , **Journal of Radioanalytical and Nuclear Chemistry**, 246(1), pp. 199-206 .

Clouvas, A. , Xanthos, S. , Antonopoulos-Domis, M. , Silva, J. , (2000). Montecarlo calculation of dose rate conversion factors for external exposure to photon emitters in soils . **Health physics**, 78, pp. 295-302

Debertin, K. & Helmer, R. (1988). Gamma and X-ray spectrometry with semiconductor detectors, Amsterdam North-Holland .

Dunstana Melo , Lipsztein J. L. , Juliao L. , Lauria D. , Hacon S. , Dias da Cunha K. and Cristina Lourenco M. (2000). The 10th

International Congress of the International Radiation Protection Association (IRPA-10) , May 14-19 Hiroshima , Japan , P-la-24 .

El-arabi, A. M. , Abbady Adel, G.E. , & HUSSEIN, A.S. (2006). Gamma-ray measurements of natural radioactivity in sedimentary rocks from Egypt , **Nuclear Science and Techniques** , 17(2), pp. 123-128.

Florou, H., Trabidou, G., Nicolaou, G. (2007). An assessment of the external radiological impact in areas of Greece with elevated natural radioactivity , **Journal of Environmental Radioactivity**, 93, pp. 74-83 .

Gonzalez labajo, J., Bolivar, J.P., & Garcia-Tenorio, R.(2001). Natural radioactivity in waters & sediments from a Spanish mining river , **Radiation Physics and Chemistry**, 61(3-6), pp. 643-644.

Holden Norman, E. (2003). Table of the Isotopes (Revised 2002), BNL-71000-2003-BC.

Ibrahiem, N.M. , Abd El Ghani, A.H. , Shawky, S.M. , Ashraf , E.M., & Farouk, M.A. (1993). Measurement of Radioactivity levels in soil in the Nile delta & middle Egypt , **Health Phys.**, 64 (6), pp. 620- 627.

Ibrahiem, N. M., Shawky, S. M. & Amer, H.A. (1995). Radioactivity levels in lake Nasser sediments , **Appl. Radial. Isot.**, 46 (5), pp.297-299 .

Ibrahiem, N. M. (2003). Radioactive disequilibrium in different rock types in Wadi Wizr , the Eastern desert of Egypt , **Applied Radiation and Isotopes**, 58, pp. 385-392 .

Jankovic Mandic Lj. , Dragovic R. and Dragovic S. (2010).
Distribution of lithogenic radionuclides in soil of the Belgrade
region (Serbia) , **Journal of Geochemical Exploration**, vol.
105, Iss. 1-2 , pp. 43-49 .

Jefferson Lab , **Isotopes of the Element Arsenic** , National Nuclear
Data Center .

Joga Singh , Harmanjit Singh , Surinder Singh , Bajwa B.S. and
Sonkawade R.G. (2009). Comparativ study of natural
radioactivity levels in soil samples from the Upper Siwaliks and
Punjab , India using gamma-ray spectrometry , **Journal of
Environmental Radioactivity**, vol. 100, Iss. 1, pp. 94-98 .

Kam, E., & Bozkurt, A. (2007). Environmental Radioactivity
Measurements in Kastamonu Region of Northern Turkey ,
Applied Radiation and Isotopes, 65, pp.440-444.

Kannan, V., Rajan, M. P. ,Iyengar, M. A. R. & Ramesh, R.(2002).
Distribution of natural & anthropogenic radionuclides in soil &
beach sand samples of Kalpakkam (India) using hyper pure
germanium (HPGe) gamma ray spectrometry , **Applied
Radiation and Isotopes**, 57, pp. 109-119 .

Knoll, G. (1989). Radiation Detection and Measurements, 2nd edition,
New York: John Wiley & Sons.

Kumar , A. , Kumar , M. , Singh , B. & Singh, S. (2003). Natural
activities of ^{238}U , ^{232}Th & ^{40}K in some Indian building materials ,
Radiation Measurements, 36, pp. 465-469.

Laubenstien M. & Magaldi D. (2008). Natural radioactivity of some red
Mediterranean soils , **CATENA**, vol. 76 no.(1), pp. 22-26 .

- Lederer, C. M. & Shirley, V. S. (1978). Table of Isotopes, 7th Edition, New York: John Wiley & Sons.
- Leet, I., & Judson, S. (1965). Physical Geology, 3rd edition, Englewood cliffs, New Jersey: Prentice-Hall, Inc.
- Malczewski, D., Teper, L., & Dorda, J. (2004). Assessment of natural & anthropogenic radioactivity levels in rocks & soils in the environs of Swieradow Zdroj in Sudetes, Poland, by in situ gamma-ray spectrometry, **Journal of Environmental Radioactivity**, 73, pp.233-245.
- Megumi, K., Ito, N., Kiyoda, S., Oki, T. & Sakai, S. (2000). Characteristics of Radionuclide distribution in surface layer sediments of Osaka Bay & Lake Biwa, The 10th International Congress of The International Radiation Protection Association (IRPA), May14-19, Hiroshima, Japan: P-1a31.
- Melo D. Lipsztein, J. L., Juliao, L., Lauria, D., Hacon, S., Dias da Cunha, K. & Cristina Lourenco, M. (2000). Internal chronic exposure to natural radionuclides, The 10th International Congress of the International Radiation Protection Association (IRPA), May14-19, Hiroshima, Japan: P-1a-24.
- Mineral Data Publishing (2001). Finland, Parainen, version 1.2.
- Moore, T. A. & Al-Rehaily, M. H. (1989). Explanation notes to the geologic map of the Makkah quadrangle, sheet, Jiddah, ²¹D Ministry of Petroleum & Mineral Resources.
- Morton, J., Buck, B., Merkler, D. & Wu, D. (2006). ²³⁸U, ²³²Th, ⁴⁰K, ¹³⁷Cs activity & salt mineralogy in the black butte soil series of the Virgin river flood plain NV, USA, **Health Phys.**, 90 (6), TAM-A.4.

- Nasim Akhtar ,Tufail, M. , Ashraf, M. , & Mohsin Iqbal, M. (2005). Measurement of environmental radioactivity for estimation of radiation exposure from saline soil of Lahore , Pakistan , **Radiation Measurements**, 39, pp. 11-14 .
- Navas, A. Soto, J. & Lopez-Martinez, J. (2005). Radionuclides in soils of Byers peninsula , South Shetland Islands , Western Antarctica , **Applied Radiation and Isotopes**, 62, pp. 809-816.
- Perrin, J. , Carrier, F. , & Guillot, L. (2006). Determination of the vertical distribution of radioelements (^{40}K , ^{238}U , ^{232}Th , ^{137}Cs) in soils from portable HP-Ge spectrometer measurements : A tool for soil erosion studies , **Applied Radiation & Isotopes**, 64, pp. 830-843 .
- Quindos, L. S. , Fernandez, P. L. , Rodenas, C. Gomez- Arozamena, J. & Arteche, J. (2004). Conversion factors for external gamma dose derived from natural radionuclides in soils , **Jour. Envier. Radioactivity**, 71, pp. 139-145 .
- RADREM (1980). Sampling and Measurement of Radionuclides in the Environment, A Report by the Methodology Sub-Group to the Radioactivity Research and Environmental Monitoring Committee (RADREM), HER MAJESTY`S OFFICE, the UK Atomic Energy Authority and UK Nirex Ltd.
- Ramli, A.T. , AbdulRahman, A.T ., & Lee, M. H. (2003). Statistical prediction of terrestrial gamma radiation dose rate based on geological features & soil types in Kota Tinggi district ,Malaysia , **Applied Radiation and Isotopes**, 59, pp. 393-405.

- Rani, A. & Singh, S. (2005). Natural radioactivity levels in soil samples from some areas of Himachal Pradesh , India using γ -ray spectrometry , **Atmospheric Environment**, 39, pp. 6306-6314 .
- Rodenas, J. , Gallardo, S. and Ortiz, J. (2007). Comparison of a laboratory spectrum of Eu-152 with results of simulation using the MCNP code , **Nuclear Instruments and Methods in Physics Research**, A 580 , pp. 303-305 .
- Saito, K. and Moriuchi, S. (1985). Development of a Monte Carlo Code for the Calculation of Gamma Ray Transport in the Natural Environment , **Radiation Protection Dosimetry**, 12 (1), pp. 21-28.
- Saito, K. & Jacob, P. (1995). Gamma ray fields in the air due to sources in the ground, **Radiation Protection Dosimetry**, 58 , pp. 29-45.
- Saidou, ; Bochud, Francois O. ; Baechler, Sebastien ; Moise, Kwato Njock ; Merlin, Ngachin and Pascal, (2011). Natural radioactivity measurements dose calculations to the public: Case of the uranium bearing region of Poil in Cameroon , **Radiation Measurements**, vol.46 Iss.2, pp. 254-260 .
- Santor Junior, J. A. , Amaral, R. S. , Silva C. M. , Menezes R. S. C. and Bezera J. D. (2009). Radium 228 as indicator of Thorium 232 presence in a soil in pernambuco Brazil , Bull. Of environ. , **Contamination & Toxicology**, vol. 82 no. (1-6), pp. 650-652 .
- Saudi Geological Survey, (2010). Regional Geology and Local Geology.
- Seelman-Eggebert, W. , Pfennig, G. and Munzel, H. (1968). Nuclearkarte , 3rd Edition , Germany: Kernforschungszentrum Karlsruhe.

Semkow, T. M., Parekh, P. P. , Schwenker, C. D. , Khan, A. J., Bari A. , Colaresi, J. F. , Tench O. K. , David, G. and Guryn, W. (2002). Low-Background Gamma Spectrometry for Environmental Radioactivity, **Applied Radiation and Isotopes**, 57, pp. 213-223.

Sengupta, D., Mohanty, A. K., Das, S. K. , & Saha, S. K. (2005). Natural radioactivity in the high background radiation area at Erasama beach placer deposits of Orissa , India , **International Congress Series**, 1276, pp.210-211 .

Sengupta, S. , Holeman, G. R., Hooda, B., Recieniello, R. N. & Kahnhauser, H.F. (2005). Environmental monitoring of external radiation levels at Brookhaven National Laboratory , **Health Phys.** 89(1), pp. 10 .

Shawky, S. , Amer, H. , Nada, A. A., Abd El-Maksoud, T. M. , Ibrahim, N. M. (2001). Characteristics of Norm in the oil industry from Eastern & Western deserts of Egypt , **Applied Radiation & Isotopes**, 55, pp.135-139 .

Singh, S. , Singh, B. & Kumar, A. (2003). Natural radioactivity measurements in soil samples from Hamirpur district , Himachal Pradesh , India , **Radiation Measurements** , 36, pp. 547-549.

Sroor, A. , Afifi, S. Y. , Abdel-Haleem, A. S. , Salman, A. B. and Abdel-Sammad, M. (2002). Environmental pollutant isotope measurements and natural radioactivity assessment for North Tushki area , south western desert , Egypt , **App. Rad. & Isot.**, vol. 57 no. 3, pp. 427-436.

Sugion, M. , Minato, Susumu, Kodaira, Kazuo, & Shimo, Michikuni (2000). Asurvey of environmental radiation in Gunma prefectures , The 10th International Congress of The International Radiation

Protection Association (IRPA),May14-19, Hiroshima, Japan: P-1a-22.

Topcuoglu, S. , Karahan, G. , Gungor, N. , & Klrbasoglu, C. (2003). Natural & artificial radioactivity in Emendere thermal spring area in western Anatolia , **Journal of Radioanalytical and Nuclear Chemistry**, 256(3), pp. 395- 398.

Tufail , M. , Nasim Akhtar. , & Waqas, M. (2006). Measurement of terrestrial radiation for assessment of gamma dose from cultivated & barren saline soils of Faisalabad in Pakistan , **Radiation Measurements**, 41, pp. 443-451.

Tyler, A.N. (2004). High accuracy in situ radiometric mapping , **Journal of Environmental Radioactivity**, 72 , pp. 195-202 .

Tzortzis, M . , Tsertos, H., Christofides, S. , Christodoulides, G. (2003). Gamma-ray measurements of naturally occurring radioactive samples from Cyprus characteristic geological rocks , **Radiation Measurements**, 37, pp. 221-229.

UNSCEAR, United Nations Scientific Committee on the Effects of Atomic Radiation (2000). Report to the General Assembly with Scientific Annexes.

Uyttenhove, J. , Pomme, S. & Van Waeyenberge, B. (2000). Measurement of natural gamma radiation in Belgium by means of high resolution in situ spectrometry , The 10th International Congress of The International Radiation Protection Association (IRPA) , May14-19 , Hiroshima, Japan :P-1a-14.

Varinlioglu, A. , Kose, A. , Cevik, U. , Kopya, A. I. , Altunba, M. & Karal, H. (1995). Levels of natural & artifical radioactivity in

sediments in the Eastern Black sea of Turkey , **Journal of Radioanalytical and Nuclear Chemistry**, 201(1), pp. 31-37.

Wong,M. C. , Poon, H. T. , Chan, Y. K. & So, C. K. (2000). Natural terrestrial radiation exposure in Hong-Kong-A study of the environmental gamma absorbed dose rate in air , The 10th International Congress of the International Radiation Protection Association (IRPA) , May14-19 , Hiroshima, Japan:P-1a-18.

Wu, D. (2006). Evaluation of radionuclide accumulation in soil , due to long term irrigation , **Health Phys.**, 90(6), TAM-A.5

English Abstract

Al-Madinah Al-Monwarh lies around latitude $39^{\circ}36'00''$, longitude $24^{\circ}28'00''$, altitude 624 m . Ten surface soil samples were collected from Al-Madinah Al-Monwarh province with a template $30 \times 30 \times 15$ cm. Samples were analyzed by atomic absorption spectrometer for Aluminum (Al) , Iron (Fe) and Calcium (Ca) concentrations percent , Lead (Pb) and Arsenic (As) ppm. The concentrations range for Al (4.48 -7.65%) , Fe (3.08 -4.92 5) , Ca (1.66 -10.60 %) , Pb (14 -27 ppm) and As from (10.5 -30.7 ppm) . Also X-RD spectrometry were applied for the chemical and mineral composition , the major and minor composition is ALBITE , CALCITE , CLINOCHLORE , MICROCLINE , QUARTZ . Gamma ray spectrometer based on HP Ge crystal were applied for the concentrations in Bq/kg dry weight , for (U-238–Ra-226 series) from 7.01 to 15.55 Bq/kg , (Th-232–Ra-228 series) from 5.23 to 21.8Bq/kg , as well as K-40 concentrations range from (64.6 to 754.2 Bq/kg) . The man-made Cs-137 were observed in some samples . Also the radium equivalent Bq/kg were calculated , also the absorbed dose rate nGy/h , for each sample were calculated for each sample 1 meter above the earth . It is found that the values of the absorbed dose are in the accepted range put by EPA (Environmental Protection Association) . The main aim of the work is plot a radiological map for the radioactive concentrations to be radiological a base line map. For the future work we advise to assess the same points after not less than one month to check the fall out of man-made radionuclides arrived from the Fukushima power plants Japan accidents .

KINGDOM OF SAUDI ARABIA
MINISTRY OF HIGHR EDUCATION
TAIBAH UNIVERSITY
College Of Applied Science
Applied Physics



***Concentrations of natural and man-made
radioactivity of the surface soil in
Al-Madinah Al-Monwarah***

A dissertation Submitted in Partial Fulfillment of the Requirements for
the Master Degree in Science (In Experimental Nuclear Physics)

by

Nuha Abdul-Hameed Youssef Al-Turkistani

B. Sc. In Physics

Supervisor

Prof. Dr. Nagdya Ibrahim Saleh

Prof. in Experimental Nuclear physics

Science college for Girls

King Abdul-Aziz University

(1432 H. / 2011 A.D.)